

Màster en **Formació del Professorat d'Educació Secundària**
Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes



Treball de fi de màster

Títol: Introducció de la robòtica a l'ESO

Cognoms: Picas Contreras

Nom: Nuria

Titulació: Màster en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Especialitat: Tecnologia

Directora: Marta Peña

Data de lectura: 22/06/2017



Treball de fi de màster

Resum (200/400 paraules)

L'objectiu del treball és assenyalar el Pensament Computacional, terme de relativament recent aparició, com a procés de pensament que fomenta el desenvolupament d'habilitats del pensament en general i també de les competències digitals. Es tracta d'una nova competència transversal que ajuda a l'aprenentatge de la ciència, la tecnologia, les matemàtiques...

El Pensament Computacional és un procés per formular, analitzar i resoldre problemes mitjançant enfocaments algorítmics i analítics, habilitats necessàries en la societat actual i que cal desenvolupar en l'àmbit educatiu.

El treball tracta l'origen i desenvolupament del terme Pensament Computacional i seguidament mostra les recomanacions i línies d'actuació d'organismes que treballen en l'àmbit de l'educació a nivell global com la UNESCO i d'àmbit europeu com la Unió Europea i les seves Comissions. Aquí apareix la dificultat afegida de relacionar i unificar la diferent terminologia que cada organisme utilitza, segons el seu bagatge.

A continuació s'analitza com es tradueixen aquestes recomanacions en els currículums de països propers com poden ser Anglaterra i Finlàndia. Es centra en com implementen o tenen previst d'implementar aquesta competència.

Es recerca també, com es tradueixen aquestes recomanacions en el currículum oficial de Catalunya. Segons les mancances detectades, es fa una proposta d'implementació d'aquesta competència en el nostre currículum.

Es proposa la introducció de la robòtica educativa a l'assignatura de Tecnologia de l'ESO com a mitjà de desenvolupament del Pensament Computacional, amb una proposta d'aplicació a l'aula.

Paraules clau

<i>Tecnologia</i>
<i>Pensament Computacional</i>
<i>Robòtica educativa</i>
<i>Educació secundària Obligatòria</i>
<i>Programació</i>
<i>Aprenentatge cooperatiu</i>

ÍNDEX

CAPÍTOL 1. Objectius.	
CAPÍTOL 2. Definició del terme Pensament Computacional.	04
2.1. Origen i evolució cronològica del terme.	04
2.2. Característiques del Pensament Computacional.	06
2.3. Pensament computacional: Per a què?	07
2.4. Exemple de posada en pràctica del Pensament Computacional .	08
CAPÍTOL 3. Línies d'actuació pel que fa al Pensament Computacional. d'organismes de l'àmbit de l'educació.	09
3.1. Unesco.	09
3.2. Unió Europea.	10
3.3. Comissió Europea.	10
3.4. European Schoolnet.	12
3.5. El Fòrum Econòmic Mundial.	12
3.6. La influència d'USA.	13
CAPÍTOL 4. Traducció de línies d'actuació en els currículums de països propers.	13
4.1. Anglaterra.	13
4.2. Finlàndia.	15
CAPÍTOL 5. Traducció de línies d'actuació en Currículum Oficial de Catalunya.	16
5.1 Competències de l'àmbit científic-tecnològic.	17
5.2 Competències de l'àmbit digital.	18
CAPÍTOL 6. Anàlisi de resultats.	19
CAPÍTOL 7: Proposta d'introducció de la robòtica a l'ESO com a mitjà de desenvolupament del Pensament Computacional.	20
7.1. Relació entre el Pensament Computacional i la programació.	21
7.2. Desenvolupament del PC per mitjà de la Robòtica Educativa.	21
CAPÍTOL 8. Proposta d'aplicació a l'aula: Material pel docent.	25
8.1. Definició de la proposta a nivell d'etapa.	25
8.2. Definició de la proposta a nivell de curs.	30
CAPÍTOL 9. Conclusions.	45
Referències bibliogràfiques.	48
Índex de figures.	49

1. OBJECTIUS

El terme de **Pensament Computacional**, s'està establint en el nostre imaginari col·lectiu com una habilitat o competència necessària per al desenvolupament de les persones en el món actual i futur.

El primer objectiu del treball és obtenir una definició consensuada del terme Pensament Computacional i analitzar els orígens i l'evolució del terme.

Un cop establerta la terminologia, el segon objectiu consisteix a definir quines recomanacions i línies d'actuació proposen els organismes que treballen en l'àmbit de l'educació a nivell global pel que fa a la implementació d'aquesta competència en l'educació dels joves.

El tercer objectiu compara Anglaterra, Finlàndia i Catalunya pel que fa a la implementació del Pensament Computacional en els respectius currículums de secundària. Analitza les diferències i similituds entre diversos currículums i detecta els punts forts i les mancances de cada un.

Per últim, segons les mancances detectades en el nostre currículum, l'objectiu consisteix a realitzar una proposta d'implementació del Pensament Computacional a l'assignatura de Tecnologia de l'ESO, indicant tots els recursos necessaris per realitzar-la.

2. DEFINICIÓ DEL TERME PENSAMENT COMPUTACIONAL:

2.1. Origen i evolució cronològica del terme

El terme de **Pensament Computacional** té origen en les idees de *Seymour Papert*, científic computacional, matemàtic i educador. Papert, creador del llenguatge de programació dissenyat específicament per ser utilitzat en educació "LOGO", va treballar a principis dels anys seixanta a Suïssa amb el psicòleg *Jean Piaget*, introductor al seu torn de la teoria constructivista del coneixement.

Ja a l'any 1980 Papert feia un esbós del que podia ser el pensament computacional a l'àmbit de l'educació quan afirmava que "al programar un ordinador el nen adquireix un sentit de mestratge en front un dels tipus de tecnologia més potent i nova, i estableix un contacte íntim amb algunes idees més profundes de les ciències, les matemàtiques i la construcció de models intel·lectuals." [1] En el mateix llibre també explicava que: "els nens havien de programar els ordinadors més que ser programats per ells", defensant així l'ensenyament del llenguatge de programació als infants.

A Europa és on es genera el concepte de **Pensament Computacional** però és als Estats Units on es desenvolupa. El terme va ser introduït per Jannette Wing el març del 2006 en un article d'opinió: [2]

*"El pensament computacional implica o comporta **resoldre problemes**, el **disseny de sistemes** i la **comprensió del comportament humà** basant-se en els conceptes fonamentals de la informàtica o ciència computacional. El pensament computacional inclou una **gamma d'eines mentals** que reflecteixen l'amplitud del camp de la ciència computacional."*

"El pensament computacional utilitza l'abstracció i la descomposició quan ataca una tasca complexa i de grans dimensions o el disseny d'un sistema complex gran. És la separació de problemes. És la tria d'una apropiada representació per un problema o modelatge dels aspectes rellevants d'un problema perquè sigui manejable "

En aquest text estableix les bases de la seva visió del pensament computacional com a procés per resoldre problemes dissenyar sistemes i comprendre el comportament humà. També en fa una primera definició de l'abstracció i la descomposició com part del procés per aconseguir que un problema sigui tractable amb més facilitat.

En aquest mateix article, Wing, professora del Departament de Computació de la Universitat de Carnegie Mellon, Pittsburgh, Pensilvania, explica que el Pensament Computacional: [2]

*“És una **habilitat fonamental per a tothom**, no només per als informàtics. A la lectura, l'escriptura i l'àritmètica, cal afegir el pensament computacional a les habilitats analítiques de tots els nens”.*

Aquesta primera definició va iniciar un debat a nivell internacional sobre la naturalesa del Pensament Computacional i el seu valor en l'àmbit de l'educació. Per aquest motiu, el 2010, el Consell Nacional d'Investigació dels Estats Units (NRC: organització no governamental, que és el braç de recerca de les Acadèmies Nacionals de Ciències, Enginyeria i Medicina), va proposar un "Taller sobre l'abast i la naturalesa del Pensament Computacional". Entre d'altres va convidar a J. Wing.

Per la falta de consens pel que fa al terme que es va donar en el taller, el 2011, Wing va tornar a proposar una definició de Pensament Computacional: [3]

“El pensament computacional és el procés de pensament que intervé en la formulació de problemes i en les seves solucions de manera que les solucions són representades de tal forma que poden ser executades amb eficàcia per qualsevol agent del procés d'informació. [CunySnyderWing10]”

D'aquesta darrera definició es poden destacar dos aspectes significatius pel camp de l'educació:

- El Pensament Computacional és un **procés de pensament**, per tant independent de la tecnologia.
- El Pensament Computacional és una **manera específica de resolució de problemes**. Per mitjà d'aquest procés es pot ser capaç de plantejar solucions per ser executades tant per un ordinador, com per un humà.

La Computer Science Teachers Association (CSTA: organització que dona suport i promou l'ensenyament de la Ciència Computacional) i la International Society for Technology in Education (ISTE: comunitat d'educadors per compartir recursos, reunits per expandir els horitzons de l'educació de tecnologia) van publicar el 2011 una definició aplicable al camp de l'educació, que a partir d'aquell moment es va convertir en referència. [4]

“El pensament computacional (PC) és un procés de solució de problemes que inclou, però no es limita, a les següents característiques:

- *Formular problemes de la manera que ens permeti usar l'ordinador i altres eines per ajudar a resoldre'ls.*
- *Organització lògica i anàlisi de dades.*
- *Representació de dades per mitjà d'abstraccions com ara models i simulacions.*
- *Automatització de solucions per mitjà del pensament algorítmic: una sèrie de passes ordenades.*
- *Identificació, anàlisi i aplicació de les possibles solucions amb l'objectiu d'aconseguir la combinació més eficient i eficaç de les passes i recursos.*
- *Generalització i transferència d'aquest procés de resolució de problemes a una àmplia varietat de problemes.*

Aquestes habilitats són reforçades i millorades per una sèrie de disposicions o actituds que són dimensions essencials del pensament computacional. Aquestes disposicions o actituds inclouen:

- *Confiança en el tractament de la complexitat*
- *Tenacitat en el treball amb problemes difícils*
- *Tolerància a l'ambigüïtat*
- *Capacitat de fer front a problemes oberts*
- *Capacitat de comunicar-se i treballar amb altres per aconseguir un objectiu o solució comuna”.*

I ja darrerament, a l'agost de 2016, la CSTA va publicar els Estàndards de Ciències de la Computació a l'Educació Primària i Secundària, com una actualització dels ja existents. En el document dóna rellevància als aspectes relatius a la resolució de problemes, així com a la abstracció, automatització i anàlisi com elements que defineixen el Pensament Computacional: [5]

"Creiem que el Pensament Computacional és una metodologia de resolució de problemes que amplia el camp de la computació a totes les disciplines, proporcionant un mitjà diferent d'analitzar i desenvolupar solucions a problemes que poden ser resolts de forma computacional. Centrat en la abstracció, la automatització i l'anàlisi, el Pensament Computacional és un element essencial de la disciplina de la computació..."

D'aquest text se'n pot destacar que el Pensament Computacional és un element essencial en la disciplina de la computació, és a dir, que la computació és un mitjà fonamental per desenvolupar-lo.

2.2. Característiques del Pensament computacional

El Pensament Computacional ens ajuda a resoldre problemes. Ens permet agafar un problema complex, entendre'l i desenvolupar-ne possibles solucions.

Podem considerar que el pensament computacional se sustenta en 4 pilars o tècniques d'importància equivalent:

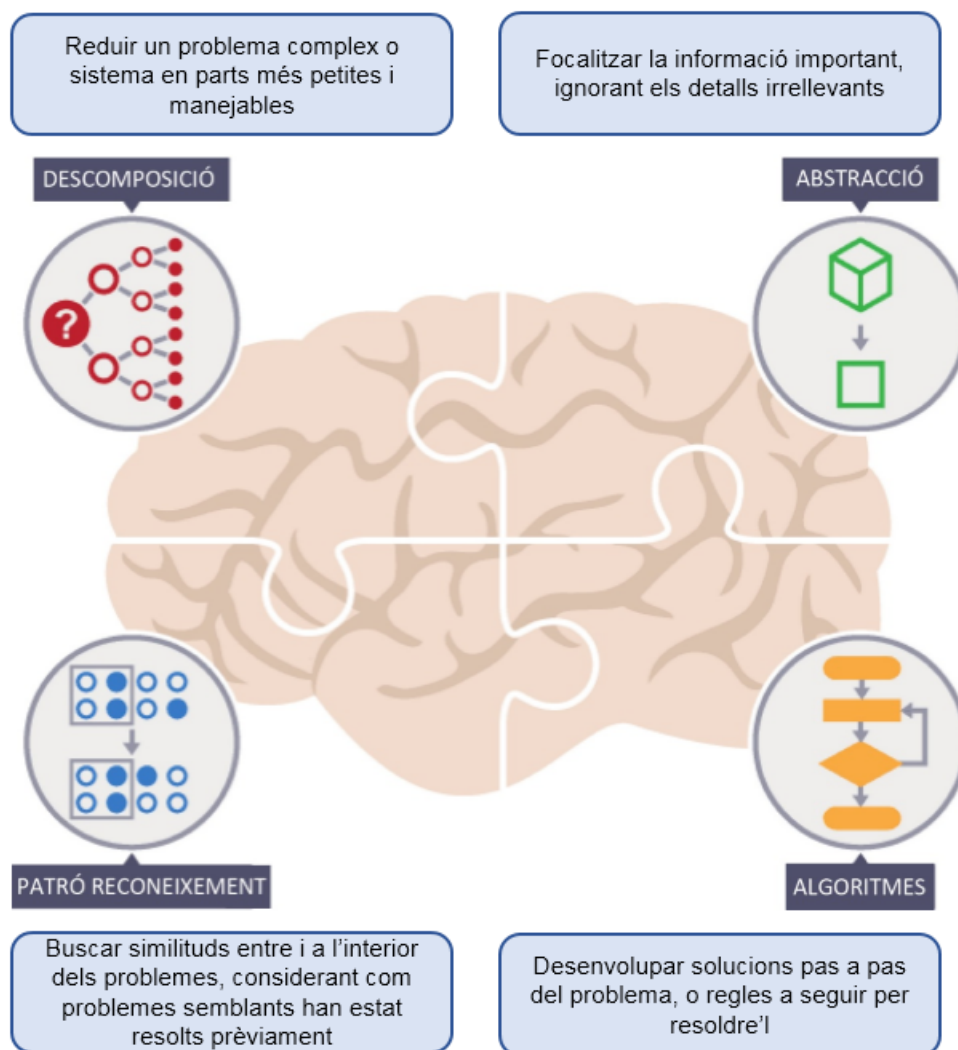


Figura 01: Pilars del Pensament Computacional

A aquestes 4 tècniques se'ls suma la **lògica** que és necessària per fer una predicció i una anàlisi, és a dir, per a poder situar el problema, i l'**avaluació** que és necessària per poder realitzar observacions, valorar allò que funciona i allò que no i poder realitzar correccions.

Aquestes simples regles són usades per ajudar a resoldre un problema complex de la manera més eficaç. Però el Pensament Computacional no és programar ni tampoc és pensar com un ordinador. És una metodologia a seguir, que es pot adaptar a cada individu i situació, ja que es tracta d'una estructura esquemàtica.

Des de l'àmbit de l'educació a Europa s'han determinat els principals conceptes i competències que ofereix el Pensament Computacional, tenint en compte que inclou una gran varietat d'eines mentals, com es mostra en el següent quadre:



Figura 02: Conceptes i eines del pensador computacional

2.3. Pensament Computacional per a què?:

Altres cop, Jannette Wing al seu article de 2010 titulat: "Computational Thinking - What and Why?" referma la seva visió sobre l'ampli ús que es pot donar al PC per l'anàlisi de problemes del món real i les seves solucions, i no restringir-lo a l'àmbit de les matemàtiques i de la informàtica: [3]

*"Quan faig servir el terme de pensament computacional, la meua interpretació de les paraules "problema" i "solució" és àmplia. En particular, no em refereixo a problemes ben definits matemàticament, amb solucions completament analitzables – per exemple, una prova, un algoritme o un programa- sinó també a **problemes del món real**, la solució del quals pugui estar en forma de grans i complexos sistemes de software."*

A les darreres consideracions, Wing torna a fixar l'atenció en els beneficis de la introducció del Pensament Computacional en l'àmbit educatiu, sobretot per la possibilitat de ser utilitzat en qualsevol camp del coneixement: [3]

“El PC no és només o sobretot informàtica. Els beneficis educatius de ser capaç de pensar computacionalment – començant per l'ús d'abstraccions – millora i reforça les habilitats intel·lectuals, i per tant poden ser transferits a qualsevol domini.”

A partir d'aquestes consideracions de Wing, com s'explica més endavant, seguint les directrius i recomanacions dels organismes que treballen globalment en l'àmbit de l'educació, és necessari que el Pensament Computacional estigui present en el currículum de l'ESO.

Per una banda, perquè pot facilitar l'accés al mercat laboral, ja que com ens indiquen diversos estudis realitzats per la pròpia indústria del software, l'any 2020 hi haurà vacants en el camp de la informàtica i de les comunicacions. A més, en la major part de feines serà necessari tenir una bona competència digital. [6]

Per l'altra banda, hi ha un altre sector de la societat, format principalment per docents i investigadors, que també pensa que desenvolupar una sèrie d'habilitats i destreses, com ara el Pensament Computacional, seran fonamentals per portar una vida plena en la societat digital en la que vivim.

2.4. Exemple de posada a la pràctica del pensament computacional:

Segons el que J. Wing va explicar a la conferència que va realitzar al Taller de Carnegie Mellon University, el 4 de març de 2011 sobre el Pensament Computacional [7], aquest tipus de pensament s'utilitza o es pot utilitzar en múltiples àmbits de la vida. És utilitzat en recerca per científics, enginyers, historiadors, artistes...

És també utilitzat en biologia per treballar amb les cadenes d'ADN, en meteorologia per estudiar la formació de tornados, en astronomia pel treball amb les dades, en química per càlculs atòmics, en geociències per realitzar models i abstraccions de la terra, el mar, la vida..., per l'aprenentatge automàtic (Machine learning), en periodisme, en arqueologia, en humanitats...

I a la vida diària també l'utilitzem, per exemple, buscant un nom alfabèticament; mentre fem cua al supermercat i mentalment fem una anàlisi de programació de tasques pendents; al posar les coses a la motxilla dels nens; fent neteja del traster i decidint què conservar i què no; endreçant les peces de lleugo disperses per terra, i un llarguíssim etc.

Un exemple proper d'ús del Pensament Computacional és la realització d'un TFM. Un TFM és un problema complex i requereix de l'ús de les quatre tècniques implícites en el Pensament computacional per solucionar-lo.

Abans però és necessari utilitzar la **lògica** per decidir el tema i situar el problema.

Primer cal **descomposar** el TFM en problemes més petits i manejables, per exemple en un esquema, en un índex o el llistat d'objectius i tractar cada part de forma individual.

Posteriorment cal buscar **patrons de reconeixement** o problemes semblants que hagin estat resolts prèviament (...i citar-los, que si no és plagiat!).

De tota la informació obtinguda, cal centrar-se en la que és rellevant, deixant de banda la resta en un procés d'**abstracció**.

Finalment, cal ordenar la informació buscant regles per cada un dels diferents petits problemes o objectius, és a dir, fer un **algoritme** per cada un d'ells.

Finalment, caldrà realitzar una **avaluació** global del problema i determinar si està resolt en el seu conjunt, i millorar-lo repetidament.

3. LÍNIES D'ACTUACIÓ PEL QUE FA AL PENSAMENT COMPUTACIONAL D'ORGANISMES DE L'ÀMBIT DE L'EDUCACIÓ.

3.1. UNESCO

UNESCO són les inicials d'Organització de les Nacions Unides per l'Educació, la Ciència i la Cultura. És el principal organisme que treballa l'educació a nivell global. Té com a missió principal contribuir a tot el món a la consolidació de la pau, a eradicar la pobresa, al desenvolupament sostenible i al diàleg intercultural mitjançant l'educació, les ciències, la cultura, la comunicació i la informació.

Encara que l'UNESCO no treballa directament amb la competència de Pensament Computacional, sí que parla del concepte d'Alfabetització Mediàtica i Informacional (MIL / AMI), com un conjunt combinat de competències (coneixements, habilitats i actituds) necessàries per la vida i el treball avui dia.

En el document "Alfabetización mediática e informacional. Currículum para profesores" de 2011 [8], generat per contribuir a la innovació i millora en tots els nivells de l'educació, es parla de la dificultat de consens terminològic pel que fa a les AMI. En el text es diferencia entre l'Alfabetització Mediàtica, la Informacional, la Computacional, la Digital... La UNESCO considera que totes elles estan relacionades entre elles com s'expressa en el següent quadre:



Figura 03: L'ecologia de les AMI

En el mateix document es defineixen els principals temes del Currículum AMI (Alfabetització Mediàtica i Informacional), com a marc de competències que s'han d'interpretar segons els contextos on s'utilitzin. És a dir, que proporcionen una eina flexible que es pot adaptar a les realitats tant variables dels diferents entorns i països.

Entre els temes del Currículum, el darrer fa referència directa a la resolució de problemes i a la presa de decisions, destreses lligades al Pensament Computacional. En destaca la importància, però ho considera com un objectiu a assolir a posteriori un cop l'alfabetització mediàtica i informacional sigui un fet a nivell global: [8]

“Aquestes competències identifiquen el coneixement, les destreses i l’actitud que s’espera que es desenvolupin gràcies al currículum:

L’ús de la informació per resoldre problemes o prendre decisions en els camps personals, econòmics, socials i polítics de la vida. Encara que aquest punt és tremendament important, representa una extensió de AMI, que es troba més enllà de l’abast d’aquest currículum.”

Els objectius de l’UNESCO són a escala mundial, on les diferències a nivell econòmic i cultural entre països són enormes. Per això el llindar d’exigència, per tal que sigui assumible per tots els països és inferior respecte a d’altres organismes que treballen només a nivell europeu.

L’UNESCO prioritza l’alfabetització mediàtica i informacional (AMI) arreu del món com a eina fonamental necessàries per la vida i el treball dels ciutadans del SXXI. Deixa la porta oberta per tal que els països als quals els sigui possible incloguin altres competències com el pensament computacional en els seus currículums.

3.2 UNIÓ EUROPEA:

La Unió Europea és una associació econòmica i política composta per 28 països europeus.

És un dels principals organismes que treballen l’educació a nivell europeu. Tot i que els sistemes d’educació i formació són competència de cada país, la UE intervé per fixar objectius comuns i fixar les bones pràctiques.

El 2006, el mateix any que Wing va introduir el concepte de Pensament Computacional, el Parlament Europeu va publicar, unes recomanacions on definia 8 competències clau que tota persona necessita al llarg de tota la vida: [9]

“Les competències són una combinació de coneixements, capacitats i actituds adequades al context. Les competències clau són aquelles que totes les persones precisen per la seva realització i desenvolupament personal, així com per la ciutadania activa, la inclusió social i l’ocupació.

El marc de referència estableix les vuit competències clau següents:

- 1. Comunicació en la llengua materna*
- 2. Comunicació en llengües estrangeres*
- 3. Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia*
- 4. Competència digital**
- 5. Competència de aprendre a aprendre*
- 6. Competències socials y cíviques*
- 7. Sentit de la iniciativa y esperit d’empresa*
- 8. Consciència i expressió culturals”.*

La Unió Europea definia la **Competència Digital** com a competència clau, i parlava de les Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC) com a fonament essencial per l’aprenentatge, al mateix nivell que la capacitat d’aprendre a aprendre. També s’esmentava la resolució de problemes com a competència transversal, que es pot considerar directament relacionada amb el Pensament Computacional:

“Hi ha una sèrie de temes que s’apliquen al llarg del marc de referència i que intervenen en les vuit competències clau: el pensament crític, la creativitat, la capacitat d’iniciativa, la resolució de problemes, l’avaluació del risc, la presa de decisions i la gestió constructiva dels sentiments.

Tot i que no s’esmentava directament el pensament computacional, es començava a esbossar la necessitat d’incloure’l com a competència clau.

3.3. COMISSIÓ EUROPEA:

Però no ha estat fins al 2017 que la Comissió Europea, òrgan executiu i legislatiu de la Unió Europea, ha publicat dins la Comissió al Servei de la Ciència i el Coneixement (JRC), un informe on s’explica l’orientació de les investigacions que es realitzaran sota el marc de l’Agenda Europea

2020 pel que fa al coneixement i les habilitats o competències per la era digital. A l'informe ja s'inclou el concepte de Pensament Computacional.

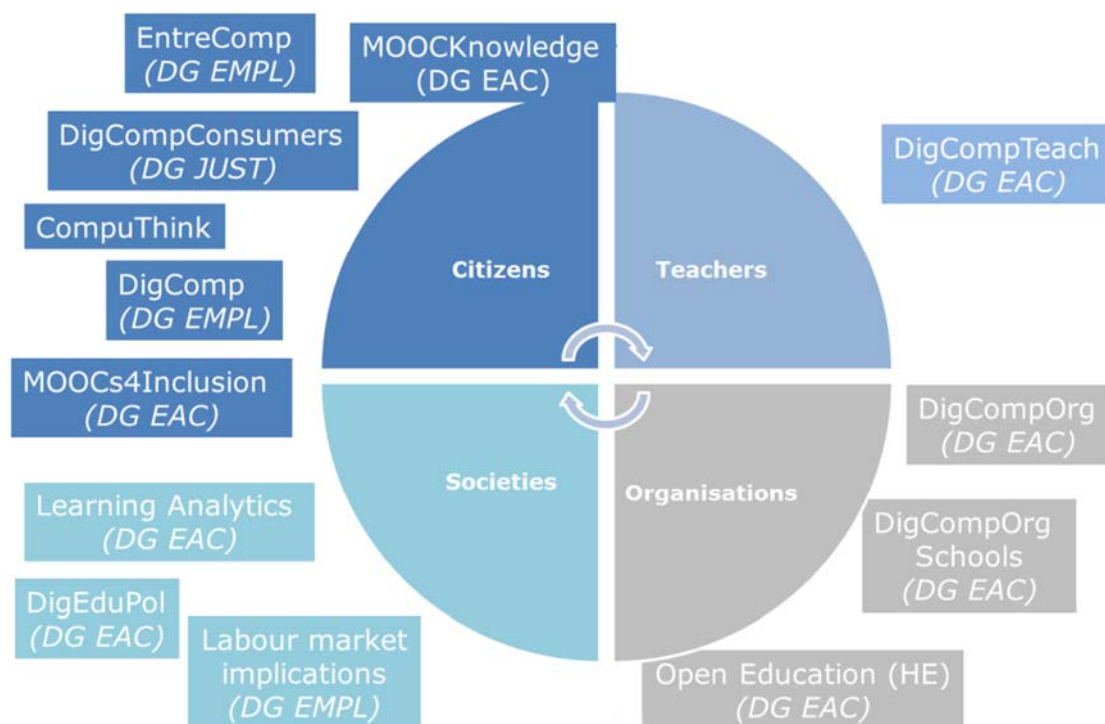


Figura 04: Aprenentatges i competències per l'Era Digital

La recerca del JRC es centra en les habilitats i competències que caldrà disposar al segle XXI, en la **modernització i innovació de l'educació** i l'educació oberta, i s'ha orientat als ciutadans, docents, organitzacions, ciutadans i societat en general.

Pel que fa a les habilitats i competències del segle XXI en referència als ciutadans, les recerques cobreixen, entre d'altres, els següents projectes: Competències digitals per ciutadans (DigComp), i l'exploració del **Pensament Computacional**, que segons la Comissió, pot esdevenir tant fonamental com l'alfabetització i l'aritmètica (**CompuThink**).

La Comissió Europea fa referència directa al Pensament Computacional i a la seva importància en l'àmbit educatiu: [10]

*“El Pensament Computacional és una abreviació de ‘pensar com un científic de la computació’, és a dir la capacitat de usar conceptes de la informàtica per formular i resoldre problemes. El Pensament Computacional en els últims anys ha estat promocionat com una habilitat o **competència fonamental** com l'aritmètica i l'alfabetització. Malgrat el gran interès en el desenvolupament del PC entre els escolars i la gran inversió pública i privada en iniciatives referents al PC, hi ha una sèrie de qüestions i desafiaments per a la integració del PC en els programes escolars.”*

La Comissió actualment està proposant la realització de recerques per comprendre millor el Pensament Computacional abans d'implementar-lo en els programes escolars. Proposa els següents temes clau de reflexió: [10]

- “Com podem definir el PC com una competència clau del SXXI pels escolars?
- Quins són els conceptes bàsics i les habilitats del PC?
- Quina és la relació amb la programació/codificació en l'ensenyament obligatori?
- Quina és la relació amb l'alfabetització digital/competència digital?
- Com s'hauria de formar als docents per integrar efectivament el PC en la seva pràctica docent?

- El PC ha de ser abordat dins d'una matèria específica, integrat en STEAM, o tractat com una competència transversal al currículum?
- Què significa avaluar el PC?
- Què es necessita per promoure el programa de PC en els entorns de la educació obligatòria?"

La Comissió Europea mostra una clara línia d'actuació recomanat la inclusió del pensament computacional en els currículums dels seus països membres. Però abans de la implementació, cal que en coneguem bé tots els seus aspectes.

3.4 EUROPEAN SCHOOLNET

Es tracta d'una xarxa de 31 Ministeris Europeus d'Educació que tenen com objectiu portar la innovació en l'ensenyament i l'aprenentatge a escoles, docents, investigadors, indústria i als propis Ministeris.

En el document "Programant el nostre futur: Programació i codificació. Prioritats, currículums i iniciatives a Europa" de l'octubre de 2015 [11], presenta l'estat de la integració de la programació en els currículums educatius europeus, prenent com a exemple 21 països.

El document destaca la programació com part de les competències digitals per ajudar a comprendre la societat digital i a fomentar l'ocupació. Les habilitats i les competències d'alt nivell, com el Pensament Computacional, són una de les sis noves prioritats que l'informe proposa en l'àmbit de la formació i l'educació d'aquí al 2020.

3.5 Fòrum Econòmic Mundial:

És una organització internacional per la cooperació público-privada que diu estar compromesa amb la millora de l'estat del món.

Tot i que no té vincle directe amb l'àmbit de l'educació, hi influeix directament perquè entre d'altres fa previsions sobre l'ocupació. Segons l'informe de 'The Future of Jobs de The World Economic Forum', es preveu que entre el 2015 i el 2025 l'ocupació de professionals STEM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques) augmentarà un 13% en front al 3% de l'ocupació total. També és rellevant que entre les 10 habilitats bàsiques més demandades tant l'any 2015 com el 2020 destaquí la resolució de problemes complexes. [23]

in 2020	in 2015
1. Complex Problem Solving	1. Complex Problem Solving
2. Critical Thinking	2. Coordinating with Others
3. Creativity	3. People Management
4. People Management	4. Critical Thinking
5. Coordinating with Others	5. Negotiation
6. Emotional Intelligence	6. Quality Control
7. Judgment and Decision Making	7. Service Orientation
8. Service Orientation	8. Judgment and Decision Making
9. Negotiation	9. Active Listening
10. Cognitive Flexibility	10. Creativity

Figura 05: Ocupació prevista entre 2015-2020 (en milers)



Figura 06: Previsió evolució famílies professionals el 2025

3.5 LA INFLUÈNCIA D'USA:

Als Estats Units hi ha un fort corrent d'opinió que ha sorgit a conseqüència de la pèrdua d'avantatge del país en innovació i competitivitat. Aquest moviment està liderat per CODE.org, una associació sense ànim de lucre, que persegueix la conscienciació d'alumnes, docents, pares i empreses sobre les possibilitats que ofereix l'ensenyament de la programació a l'escola. El propi President Obama va col·laborar-hi per animar als joves a programar.

El 2011 la Societat Internacional per la Tecnologia en Educació (ISTE) i l'Associació de Docents de Ciències de la Computació de Estats Units (CSTA) van realitzar un informe que porta per títol: "Pensament Computacional. Caixa d'eines per líders" on dona instruccions sobre les estratègies d'implementació d'aquest pensament a nivell educatiu. [12]

" Els materials continguts a la 'Caixa d'eines per a Líders en Pensament Computacional' pretenen ajudar tant als líders educatius com a la comunitat per a aprendre més sobre el Pensament Computacional i aconseguir que es desenvolupi una nova generació de pensadors disciplinats i creatius que sàpiguem com aprofitar el poder de la computació per resoldre problemes."

Atenent a aquestes crides els encarregats d'establir les polítiques d'educació ràpidament van prioritzar l'educació en Ciència, TIC, Enginyeria i Matemàtiques, allò conegut com STEM, procurant que el major nombre d'estudiants s'interessessin per la computació.

4. TRADUCCIÓ DE LÍNIES D'ACTUACIÓ EN ELS CURRÍCULUMS DE PAÏSOS PROPERES:

4.1. Anglaterra:

Anglaterra actualment té un currículum realitzat el 2012 i que es va començar a portar a la pràctica el 2014. Aquest currículum proposa una visió d'aprenentatges que potencien l'articulació entre els coneixements i les competències, és a dir, entre sabers, capacitats i actituds. A més, posa en valor la progressió dels aprenentatges.

El Currículum Nacional Anglès es divideix en nivells o "Key Stages" que tenen la següent equivalència en el currículum de l'Estat Espanyol:

EDAT	SISTEMA ANGLÈS			SISTEMA ESPANYOL	
3-4	NURSERY	FOUNDATION	INFANTIL	P3	INFANTIL
4-5	RECEPTION			P4	
5-6	YEAR 1	KS 1	PRIMÀRIA	P5	
6-7	YEAR 2			1er	PRIMÀRIA

7-8	YEAR 3			2on	
8-9	YEAR 4	KS 2	PRIMÀRIA	3er	
9-10	YEAR 5			4art	
10-11	YEAR 6			5è	
11-12	YEAR 7	KS 3	SECUNDÀRIA	6è	
12-13	YEAR 8			1er	ESO
13-14	YEAR 9			2on	
14-15	YEAR 10			3er	
15-16	YEAR 11	KS 4	SECUNDÀRIA	4art	
16-17	YEAR 12			1er	BATXILLERAT
17-18	YEAR 13			2on	

Figura 07: Equivalència currículum Anglès i Espanyol

Al “**Key stage**” 3, que es correspon amb les edats compreses entre els 11 a 14 anys, les matèries obligatòries són: [13]

Anglès	Disseny i tecnologia
Matemàtiques	Art i disseny
Ciències	Música
Història	Educació física
Geografia	Ciutadania
Llengües modernes estrangeres	Computació

Al “**Key stage**” 4, que es correspon amb les edats compreses entre els 14 a 16 anys les matèries obligatòries es divideixen en:

<u>Matèries nucli:</u>	<u>Matèries Fonamentals:</u>
Anglès	Computació
Matemàtiques	Educació Física
Ciències	Ciutadania

Les escoles com a mínim han d'oferir com a mínim una matèria de cada una de les següents àrees: Art, Disseny i **tecnologia**, Humanitats i Llengües modernes estrangeres.

CURRÍCULUM NACIONAL A ANGLATERRA: PROGRAMES D'ESTUDI DE COMPUTACIÓ

El Currículum de cComputació destaca en primer lloc la importància del Pensament Computacional: [14]

*“Una educació en computació d'alta qualitat equipa als alumnes per usar el **pensament computacional** i la creativitat per entendre i canviar el món. La computació té profunds lligams amb les matemàtiques, la ciència i amb el disseny i tecnologia, i proporciona comprensió dels sistemes naturals i artificials.”*

També relaciona el Pensament Computacional amb les ciències, matemàtiques i la tecnologia. Segueix explicant a més, que la computació assegura que els alumnes esdevinguin alfabetitzats digitalment, és a dir, capaços de d'usar, d'expressar per ells mateixos i desenvolupar-se per mitjà de tecnologia de la informació i de la comunicació a un nivell idoni per els futurs llocs de treball, com a participants actius en un món digital.

Els objectius del Currículum Nacional per la Computació consisteixen en assegurar que tots els alumnes: [14]

- “Puguin entendre i aplicar els principis fonamentals i conceptes de la ciència de la computació, incloent l'**abstracció, la lògica, els algorismes i la representació de dades.**
- Puguin **analitzar problemes en termes computacionals** i tenir experiència pràctica repetida en l'escriptura de programes per tal de **solucionar els esmentats problemes.**
- Puguin avaluar i aplicar informació tecnològica, incloent noves o no familiars tecnologies, analíticament per resoldre problemes.

- *Siguin usuaris responsables, competents, segurs de si mateixos i creatius de la informació i la comunicació tecnològica.*

Segons el currículum, **al final del key stage 3**, els alumnes han de ser capaços d'aplicar i entendre les matèries, habilitats i processos següents: [14]

- ***“Dissenyar, usar i avaluar abstraccions computacionals que modelin un estat de comportament dels problemes del món real i dels sistemes físics.***
- ***Comprendre diversos algorismes clau que reflecteixen el pensament computacional (per exemple, els de classificació i recerca). Utilitzar el raonament lògic per comparar la utilitat dels algorismes alternatius per la resolució d'un mateix problema.”***

El currículum reflecteix la importància que es dona al pensament computacional. Entre d'altres capacitats destaca que els alumnes entre 11 i 14 anys han de ser capaços de treballar amb totes les tècniques relacionades amb aquest tipus de pensament.

I al final de cada key stage 4, els alumnes han de ser capaços de: [14]

- *“Desenvolupar les seves capacitats de creativitat i de coneixement en ciències de la computació, mitjans digitals i tecnologies de la informació.*
- ***Desenvolupar i aplicar l'anàlisi, la resolució de problemes, el disseny i les habilitats de pensament computacional.”***

Al desenvolupar i aplicar les habilitats analítiques, de resolució de problemes, el currículum anglès està treballant tots els components del Pensament Computacional.

Com a conclusions, el currículum anglès, acaba parlant de les altes aspiracions per tots els alumnes i com s'espera que el sistema educatiu proporcioni igualtat d'oportunitats a tots els alumnes sense tenir en compte l'origen, dotant cada nen per tenir èxit a la vida.

També remarca l'increment de la demanda de llocs de treball que requereixen capacitats analítiques i tècniques que proporcionen les matemàtiques, les ciències i les ciències de computació, i com s'espera que el nou currículum es puguin proporcionar les habilitats necessàries als alumnes per cobrir-los en un futur proper.

4.2. Finlàndia:

El nou Currículum Finlandès d'Educació Bàsica Obligatòria ha estat implementat per les municipalitats el 2016 a partir del Currículum Nacional del 2014. El Currículum Nacional posa unes bases per als Currículums Locals que cada municipi dissenya en funció de les seves necessitats i perspectives. El Currículum Nacional assegura la igualtat arreu del país.

El Currículum Nacional Finlandès es divideix en Educació Bàsica, que inclou la nostra Primària i Secundària i el Batxillerat. El Currículum té la següent equivalència en el currículum de l'Estat Espanyol:

EDAT	SISTEMA FINLANDÈS			SISTEMA ESPANYOL	
0-1		EDUCACIÓ INFANTIL PRIMERA	EDUCACIÓ PREESCOLAR	P0	ESCOLA BRESSOL
1-2				P1	
2-3				P2	INFANTIL
3-4				P3	
4-5				P4	
5-6		PREESCOLAR	EDUCACIÓ PRIMÀRIA	P5	PRIMÀRIA
6-7				1er	
7-8	GRADE 1	EDUCACIÓ BÀSICA		2on	
8-9	GRADE 2			3er	
9-10	GRADE 3			4art	
10-11	GRADE 4			5è	
11-12	GRADE 5			6è	

12-13	GRADE 6		EDUCACIÓ SECUNDÀRIA INFERIOR	1er	ESO / FP
13-14	GRADE 7			2on	
14-15	GRADE 8			3er	
15-16	GRADE 9			4art	
16-17		BATXILLERAT / FORMACIÓ PROFESSIONAL	ESCOLA SECUNDÀRIA SUPERIOR GENERAL	1er	BATXILLERAT /FP SUPERIOR
17-18				2on	
18-19					

Figura 08: Equivalència currículum Finlandès i Espanyol

Currículum Nacional a Finlàndia

Finlàndia és un dels països que més ha avançat en l'ensenyament de la programació a l'escola, ja que va començar a introduir-la en el seu currículum la dècada passada.

El Currículum del 2016 posa un especial èmfasi en la importància de les competències transversals. Està dividit en Àrees de Competència, com poden ser les TIC (tecnologies de la informació i la comunicació) i les Matemàtiques. Les **competències transversals de programació i de pensament computacional** estan inclosos en elles. [15]

Les competències TIC (tecnologies informació i comunicació) que els alumnes han d'assolir són:

- GRAUS 1-2: "Els alumnes reben i comparteixen experiències en el treball amb els mitjans de comunicació digitals, així com la programació de l'edat adequada." (OPS 2016, 101)
- GRAUS 3-6: "Mentre s'experimenta amb la programació, els alumnes adquireixen experiències sobre com el funcionament de la tecnologia depèn de les decisions fetes per l'home" (OPS 2016, 157)
- GRAUS 7-9: "La programació s'assaja com a part dels estudis de diverses àrees temàtiques." (OPS 2016, 284)

Les competències matemàtiques que els alumnes han d'assolir són: [15]

- GRAU 2: "Familiarització amb els fonaments de la programació s'inicia mitjançant la creació de seqüències d'instruccions, que també es posen a prova" (OPS 2016, 129)
- GRAU 6: "L'alumne pot codificar un programa de treball utilitzant un entorn de programació visual" (OPS 2016, 239)
- GRAU 9: "L'alumne pot aplicar els principis de **pensament computacional** i programar programes senzills." (OPS 2016, 379)

El text mostra que les competències TIC es treballen de forma transversal i des de l'inici de la primària. A diferència del currículum anglès o el català, és important destacar l'amplitud del redactat dels conceptes, que s'entenen més com una guia que no pas com un dictat o llistat a seguir.

En el currículum finlandès, la programació és vista com el mitjà per aconseguir el Pensament Computacional, però també per fomentar l'expressió creativa, incrementar la motivació en general i l'interès en les STEM. És un mitjà per desenvolupar les habilitats en la resolució de problemes i les habilitats del pensament lògic.

5. TRADUCCIÓ DE LÍNIES D'ACTUACIÓ EN CURRÍCULUM OFICIAL DE CATALUNYA.

El currículum de l'Estat Espanyol es divideix en les següents etapes o nivells, les quals són de caire obligatori fins als 16 anys.

EDAT	SISTEMA ESPANYOL	
0-1	P0	ESCOLA BRESSOL
1-2	P1	
2-3	P2	
3-4	P3	INFANTIL

4-5	P4	PRIMÀRIA
5-6	P5	
6-7	1er	
7-8	2on	
8-9	3er	
9-10	4art	
10-11	5è	ESO / FP
11-12	6è	
12-13	1er	
13-14	2on	
14-15	3er	
15-16	4art	
16-17	1er	BATXILLERAT / FP GRAU SUPERIOR
17-18	2on	

El Currículum del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya de l'ESO pel curs 2016-2017 desglossa les competències segons àmbits:

Lingüístic

Matemàtic

Cientificotecnològic

Social

Artístic

De l'educació física

De la cultura i els valors

Digital

5.1. COMPETÈNCIES DE L'ÀMBIT CIENTIFICOTECNOLÒGIC

Dins de cada àmbit trobem unes competències bàsiques. El document del Currículum de l'Àmbit Cientificotecnològic especifica que: [16]

*“Les competències bàsiques d'aquest àmbit es refereixen a aquelles capacitats que permeten als alumnes **resoldre problemes** a partir dels coneixements científics i tècnics, així com al domini dels processos de l'activitat científica. És un saber que té sentit i motivació, que permet raonar i que contribueix a l'educació global dels alumnes perquè els fa capaços d'actuar de manera reflexiva davant de situacions que es consideren rellevants.”*

En el desplegament de competències s'inclouen: [16]

“...aspectes com ara l'aplicació dels coneixements científics i tecnològics, la resolució de problemes de la vida quotidiana, la presa de decisions amb criteris científics, el desenvolupament dels hàbits de vida saludables, el treball col·laboratiu, la reflexió crítica i l'argumentació científica, tenint en compte el paper transversal, cada cop més rellevant, de l'entorn digital.”

És fa difícil trobar alguna referència directa al Pensament Computacional en les competències del currículum de Tecnologia. Es podria fer una aproximació pel que fa a les capacitats dels alumnes per resoldre problemes i a la presa de decisions.

De moment les competències són compartiments força estancs, però el document destaca el paper transversal de la competència digital.

Pel que fa als continguts del currículum de Tecnologia, en trobem relacionats amb la **programació** a segon, tercer i a quart i a l'optativa de quart curs tal com es mostra en el següent quadre:



Figura 09: Continguts del currículum de tecnologia

Al llarg de l'ESO es treballen els blocs de Llenguatge de programació, Control i automatització i Programació d'aplicacions. En els tres darrers cursos està present la programació, i a quart curs, com a optativa es treballen els sistemes automàtics i els robots i la seva programació.

De mitjana s'estan dedicant **14 hores anuals**, d'un total d'unes 100 que disposa l'assignatura, a continguts relacionats amb la programació. Ja sigui per la inèrcia o degut a l'excés de definició del currículum, molts dels continguts és donen de forma teòrica.

Tot i que realitzant activitats relacionades amb aquests continguts es pot desenvolupar el Pensament Computacional no se'n fa cap esment.

5.2. COMPETÈNCIES DE L'ÀMBIT DIGITAL EDUCACIÓ SECUNDÀRIA

Al Currículum del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya s'especifiquen també les competències bàsiques de l'Àmbit Digital. La seva identificació i desplegament a l'Educació Secundària obligatòria estan recollits en un document amb el mateix nom del 2015.

El document presenta aquestes competències com a transversals i instrumentals, de manera que estan vinculades a totes les altres matèries del currículum.

Les competències bàsiques de l'Àmbit Digital són 7, però en tot el currículum només es fa esment al Pensament Computacional en les orientacions metodològiques per assolir una determinada competència: [17]

“COMPETÈNCIA 1:

Seleccionar, configurar i programar dispositius digitals segons les tasques a realitzar.

Explicació:

*La **robòtica i la programació**, enteses de forma àmplia, queden integrades en aquesta competència. La programació fa referència a l'ús de diversos llenguatges associats al control de dispositius, llenguatges web i d'altres; la robòtica té compte de l'aplicació de la programació per al funcionament de ginyes, sensors, recollida automàtica de dades, etc.*

Continguts clau:

Robòtica i programació: robots didàctics, simuladors, entorns de programació, autòmats, algorismes, etc.

Orientacions metodològiques

*Plantejar propostes de resolució de problemes on l'alumne els hagi de descompondre en d'altres de més simples, els quals, un cop solucionats, caldrà recompondre per resoldre el problema inicial, afavorint així el **pensament computacional**.*

Orientacions per a l'avaluació

L'avaluació de l'adquisició de la competència s'hauria de fer de forma gradual en el temps, tenint present l'evolució constant a què està abocat el món digital. Tot seguit es proposen alguns dels indicadors que es podrien utilitzar per observar els diversos nivells d'adquisició d'aquesta competència.

- *Resol i construeix, de manera pautada, seqüències lògiques associades a la programació i al **pensament computacional**.*
- *Resol i construeix, de manera autònoma, problemes senzills que comportin l'ús de seqüències lògiques associades a la programació i al pensament computacional.*
- *Resol i construeix, de manera autònoma, problemes de complexitat diversa que comportin l'ús de seqüències lògiques associades a la programació i al **pensament computacional**.*

Finalment, en aquest document **és relaciona** directament la **Robòtica Didàctica** amb el desenvolupament del **Pensament Computacional**. Al mateix temps ofereix uns indicadors per l'avaluació d'unes competències que s'haurien d'anar adquirint gradualment al llarg del temps.

Aquestes competències són de caire transversal, és a dir, que es poden treballar en qualsevol assignatura, fan referència a les seqüències lògiques, problemes senzills i problemes de complexitat diversa. Totes elles estan orientades a l'adquisició gradual del Pensament Computacional. Al tractar-se de competències transversals no es concreten les hores de dedicació necessàries per assolir-les.

Encara que de forma tímida, el text introdueix el Pensament Computacional com a objectiu didàctic a assolir al final de la ESO i en relaciona el seu desenvolupament amb la programació i la Robòtica Educativa.

En la resta de documents no s'esmenta el Pensament Computacional.

6. ANÀLISI DE RESULTATS:

COMPARANT ANGLATERRA, FINLÀNDIA I CATALUNYA:

	Anglaterra computació	Finlàndia programació	Catalunya programació
PROGRAMACIÓ Integració a escala nacional en el currículum	2012 Implementat 2014	2014 Implementat 2016	LOMCE Implementat 2015-2016
PROGRAMACIÓ Finalitat de la integració en el currículum	Desenvolupar habilitats i competències i foment de l'ocupació	Desenvolupar habilitats i competències i foment de l'ocupació	Desenvolupar habilitats i competències i foment de l'ocupació

PROGRAMACIÓ: Franges edat com matèria obligatòria	7-16 anys	7-16 anys	7-16 anys Opcional a 4art ESO
PROGRAMACIÓ: Matèria específica	Computació		Matèria específica dins de Tecnologia
PROGRAMACIÓ: Competència transversal		Tranversal Present en matemàtica	Transversal i instrumental Competència de l'àmbit digital
PROGRAMACIÓ: Formació per al professorat	L'ofereix el Ministeri d'educació	S'ofereix a nivell local	L'ofereix el Departament d'Ensenyament
PROGRAMACIÓ: Avaluació de la competència / assignatura	No hi ha avaluació formal	Avaluació en l'assignatura en la que s'integri	Avaluació de competències adquirides
PROGRAMACIÓ: Avaluació de la integració en el currículum / proves pilot		Pilotatge en algunes escoles	
PRIORITATS en les competències TIC	Desenvolupar competències digitals*	Desenvolupar competències digitals*	Desenvolupar competències digitals*
PENSAMENT COMPUTACIONAL Competència clau a adquirir	És fonamental	És important	Hi és present

Figura 10: Quadre comparatiu de la implementació dels estudis de computació a Anglaterra, Finlàndia i Catalunya

Desenvolupar competències digitals * La competència digital pot definir-se com l'ús segur, crític i creatiu de les TIC per aconseguir objectius relacionats amb l'ocupació, l'aprenentatge, l'oci, la inclusió i la participació en la societat. L'ús de les TIC com a eina per l'aprenentatge és una de les principals prioritats per la majoria dels països.

Els tres països que comparem tenen diferents estratègies per integrar la programació en els respectius currículums. Anglaterra dona molta importància a la computació i la tracta com a matèria específica de la qual se'n deriva el desenvolupament de les competències del Pensament Computacional. A Finlàndia l'estratègia és diferent, i la programació es tracta com una competència transversal que es treballa en matèries com les matemàtiques. De la programació se'n deriva també l'adquisició del Pensament Computacional com a competència clau. El cas de Catalunya s'inspira en el model finlandès pel que fa al tractament de la programació com a competència transversal, però per un altra banda, el redactat del currículum s'aproxima més a l'anglès, fent que perdi certa llibertat d'aplicació. A més la poca formació en competències de l'àmbit digital de la bona part dels docents, en dificulta encara més l'aplicació.

7. PROPOSTA D'INTRODUCCIÓ DE LA ROBÒTICA A L'ESO COM A MITJÀ DE DESENVOLUPAMENT DEL PENSAMENT COMPUTACIONAL.

La programació està present actualment en els tres darrers cursos del Currículum de Tecnologia, i a quart curs, es treballen els sistemes automàtics, els robots i la seva programació. Com s'ha explicat anteriorment, de mitjana s'estan dedicant **14 hores anuals**, d'un total d'unes 100 que disposa l'assignatura, a continguts relacionats amb la programació.

El treball proposa un canvi de la metodologia d'ensenyament – aprenentatge que habitualment s'està fent servir per treballar els continguts relacionats amb la programació i fer-ho per mitjà de la **robòtica educativa**.

La introducció de la robòtica es farà per mitjà d'activitats que vagin incrementant la complexitat progressivament. Les més senzilles, que consistiran tan sols en fer moure el robot s'introduiran a 1er d'ESO. A 2on les activitats consistiran en fer el robot més intel·ligent, mitjançant l'ús de sensors que el permetran interaccionar amb l'entorn, i finalment a 3er i 4art ja es procedirà a dissenyar un sistema.

7.1. Relació entre el Pensament Computacional i la programació:

Per pel que fa a la relació entre Pensament Computacional i programació, J. Wing a la conferència que porta per nom "Pensament Computacional" realitzada el 2011 deia: [07]

"El Pensament Computacional és incestuós: La computació i els ordinadors permetran la difusió del Pensament Computacional."

La programació és el procés d'escriure instruccions per tal que un ordinador les executi. Si ampliem més el concepte, podríem dir que és el procés que consisteix en analitzar un problema, dissenyar la solució i implementar-la. El Pensament Computacional però, no es centra en el llenguatge de programació, si no que utilitza els mateixos processos que la programació utilitza. Són dues habilitats complementàries que es retro-alimenten, de manera que desenvolupant les habilitats de la programació estem també fomentant el desenvolupament del Pensament Computacional.

7.2. Desenvolupament del Pensament Computacional per mitjà de la Robòtica Educativa

La **robòtica educativa** es basa en la construcció d'un robot i en la seva programació per mitjà d'un software senzill que permet que aquest realitzi tasques senzilles.

Aquesta s'està mostrant com un bon recurs per millorar els processos d'ensenyament -aprenentatge i facilita el treball interdisciplinari. Integra fàcilment els coneixements de forma transversal i permet als alumnes no ser solament consumidors de tecnologia, si no que els ajuda a la comprensió del funcionament dels diferents dispositius que els envolten.

Aquest tipus d'aprenentatge es pot desenvolupar en qualsevol etapa educativa, amb els seus objectius pedagògics concrets. A la Secundària, la motivació generalment prové de posar a la pràctica tot allò que ja es coneix, experimentant científicament els principis matemàtics i físics, realitzant experiments i plantejant hipòtesis per explicar teories i fets.

Quan els alumnes s'inicien en la programació de robots, el que fan principalment és utilitzar el Pensament Computacional per resoldre un problema complex utilitzen:

- **La lògica:** Predicció i anàlisi
- **La descomposició:** Reduir un problema complex en parts més petites i manejables.
- **Els patrons de reconeixement:** Buscar similituds entre i a l'interior dels problemes.
- **L'Abstracció:** Focalitzar la informació important, ignorant els detalls irrelevants.
- **Els algorismes:** Desenvolupar solucions pas a pas del problema o regles a seguir per resoldre'l.
- **L'avaluació:** Fer observacions dels resultats

És un procés d'assaig error, amb el qual s'aprèn i es reflexiona, i on cada persona aconsegueix diferents objectius, permeten l'ensenyament a diferents nivells.

A més, quan els alumnes treballen en programació, fomenten el pensament creatiu desenvolupant i entrenant l'habilitat de formar noves combinacions d'idees per aconseguir un objectiu. També desenvolupa el treball en equip per part dels alumnes, que col·laboren entre ells per aconseguir objectius comuns. L'aprenentatge per mitjà de la robòtica permet l'aprenentatge integrat de conceptes, portant la teoria a la pràctica per mitjà de la experimentació i el joc.

Aplicant alguns dels coneixements obtinguts al màster [18], aquest tipus de recurs, a més de desenvolupar totes les habilitats del Pensament Computacional, fomenta i permet:

1. El treball cooperatiu, col·laborant i treballant conjuntament:

Es tracta d'un grup de procediments d'ensenyament que parteix de l'organització de la classe en petits grups heterogenis, on els alumnes treballen conjuntament, de forma coordinada entre si per resoldre tasques acadèmiques i aprofundir en el seu propi aprenentatge.

A més, aquest tipus d'aprenentatge genera una interdependència positiva entre els components del grup, una responsabilitat individual, afavoreix la interacció cara a cara i el desenvolupament de les habilitats intrapersonals pròpies dels petits grups.

Entre d'altres avantatges, aquest tipus d'aprenentatge genera treballs de millor qualitat i permet fer tasques més complexes al estar recolzat en una estructura de suport personal i acadèmic.

Pels projectes de robòtica que estem treballant, es proposa que es realitzin sempre en grups de quatre alumnes triats a l'atzar, i per tant de perfil heterogeni, de manera que es puguin complementar entre ells. Els projectes però també han d'incloure activitats individuals, i així cadascú tingui una valoració real del seu treball i esforç.

2. **El pensament creatiu**, dissenyant i produint.

És aquell que desenvolupa la capacitat de crear, és a dir, d'introduir per primer cop alguna cosa. És també l'habilitat de formar noves combinacions d'idees i es caracteritza per l'originalitat, la flexibilitat, la plasticitat i la fluïdesa.

Pel que fa als projectes de robòtica, el pensament creatiu es dona al llarg tot el procés. Des del primer moment, al dissenyar la construcció del robot, pensant com disposar les peces per obtenir un resultat òptim i posteriorment, per mitjà de la programació, al buscar i provar solucions als reptes.

3. **Aprendre experimentant.** (learning by doing - LBD)

Tal com explica Roger C. Schank [19], *"Per funcionar, la vida ens requereix més fer que no pas saber. Té molt més sentit ensenyar als alumnes com realitzar tasques útils. Aquesta és la única manera efectiva d'ensenyar a algú com fer alguna cosa..."* Aquesta és la base d'aquest tipus d'aprenentatge. Encara que els continguts teòrics siguin necessaris, la millor manera de retenir-los, i dotar-los de significat és per mitjà de l'experimentació.

És important que els alumnes gràcies a l'observació i a la manipulació dels robots entenguin el que fan i a partir d'aquesta comprensió els sigui més fàcil entendre els conceptes implicats com ara la mecànica, l'electrònica i la informàtica. També s'interrelacionen coneixements d'assignatures com matemàtiques i física, provant empíricament fonaments bàsics de programació, mesura i càlcul de magnituds entre d'altres.

Per mitjà dels projectes proposats s'experimenta i es pretenen fer significatius conceptes com l'electricitat, el centre de gravetat, la velocitat, la força i la transmissió del moviment per mitjà d'engranatges. També s'experimenta amb elements bàsics i avançats de la robòtica com els motors, servomotors, sensors, i la programació.

4. **Aprendre jugant.** (gamificació educativa)

És la unió entre a joc i aprenentatge. Es tracta d'utilitzar les mecàniques del joc en entorns i aplicacions no lúdiques, per tal de potenciar la concentració, la motivació, l'esforç com valors positius. La gamificació tracta de potenciar els processos d'aprenentatge basant-se en l'ús del joc.

Amb la resolució dels reptes: Quin robot sortirà abans de l'aula? Quin arribarà primer al final del circuit? Quin balla més bé?... es motiva a una bona part de l'alumnat, oferint-los un objectiu més enllà de la qualificació o del propi aprenentatge.

5. **Desenvolupar l'autoestima i la confiança.**

La resolució de petits reptes de robòtica, ajustats a les capacitats de cada alumne, els ajuda a prendre confiança en l'eficàcia de la pròpia ment, en la capacitat de prendre decisions i millorar la capacitat d'enfrontar-se als desafiaments bàsics de la vida.

6. Desenvolupar la perseverança: assaig – error.

Les proves per mitjà de l'assaig – error per la resolució de petits reptes de robòtica, ajustats a les capacitats de cada alumne, els ajuda a tolerar la frustració i desenvolupar la perseverança, permetent que puguin enfrontar-se de forma positiva a les diferents situacions que se'ls presentaran a la vida.

7. Desenvolupar habilitats de comunicació:

Amb aquest tipus d'activitats es treballen les competències de comunicació a tres nivells: Les de comunicació que es donen en petits grups, per tal d'expressar l'opinió pròpia, defensar-la i arribar a consensos. L'escrita, per mitjà de la realització de la memòria i de la síntesi personal final. I a nivell oral per mitjà de l'exposició que cada grup realitza durant l'última sessió, per tal compartir amb la resta de companys dels altres grups la feina realitzada.

8. Aprendre a depurar i millorar:

També permet mitjançant el procés de trobar i corregir errors aprendre a depurar i millorar els treballs i reptes.

9. El treball transversal de les competències.

Pel que fa a les competències definides en el currículum, amb l'ús de la robòtica educativa desenvolupem principalment les següents:

- Aprendre a aprendre
- Comunicació intra i interpersonal
- Sentit de la iniciativa
- Competències socials i cíviques

i sobretot:

- La competència digital
- La competència matemàtica
- Les competències bàsiques en ciència i tecnologia.

10. La connexió amb el món real a nivell de continguts i competències de les activitats.

Per implicar als alumnes en els seu procés d'aprenentatge les activitats o projectes han de procurar basar-se en situacions reals que els alumnes puguin reconèixer i que s'hi puguin situar en primera persona: des de posar-se a la pell dels enginyers de la NASA, els Serveis d'Emergència després d'un accident automobilístic, intentar imitar el funcionament d'una aspiradora o d'una central de reciclatge...

11. L'atenció a la diversitat.

"La inclusió és un procés sense fi que cerca maneres més eficaces de respondre a la diversitat present en l'alumnat." Ainscow, M. [20]

Cada persona té una manera especial i diferent de pensar, d'actuar i de sentir, encara que des del punt de vista evolutiu hi hagi semblances a nivell de coneixement, d'afectes i de conducta. Aquesta variabilitat va lligada a diferències de capacitats, interessos, necessitats, ritmes de maduració, condicions socio-culturals...Dins d'aquest marc hi ha un ample espectre de situacions, en el extrem de les quals es troben els alumnes que s'allunyen més d'allò habitual. No s'ha d'associar el concepte de diversitat als col·lectius que requereixen una atenció de personal especialitzat. Dins cada aula existeix una variabilitat natural que s'ha d'atendre.

Tal com Garner assenyala [21], les persones tenen una àmplia gamma de capacitats i potencials, o intel·ligències múltiples que ofereixen la possibilitat de desplegar amb eficàcia diferents funcions definides per la societat.

La robòtica educativa és un mètode que permet que el procés d'ensenyament –aprenentatge es faci tenint en compte tots els alumnes, perquè cada alumne resol les tasques segons les seves capacitats, al seu ritme i seguint els seus propis criteris i interessos. Per aquest motiu, si no hi ha cap alumne que requereixi d'una atenció personalitzada amb adaptació curricular, no es creu necessari generar material complementari per atendre a la diversitat.

12. El canvi del rol del professor

A més, amb un model com aquest es pot canviar el rol dels alumnes i del professor, que ha de ser més un guia que no pas un contenidor de coneixements que es poden trobar fàcilment a la xarxa. El professor orienta i facilita el procés, proposa situacions didàctiques, prepara materials i orienta el treball dels grups.

Aquest model vol ajudar a que els alumnes passin de treballar per aprovar a treballar per aprendre, deixar de treballar amb objectius individualistes a treballar amb objectius comuns i que els alumnes siguin finalment els protagonistes del seu propi aprenentatge.

Metodologia emprada:

Com aconsella Vázquez Cano [22], *“Tot allò que hem aconseguit amb la robòtica educativa s'ha de d'ancorar en una metodologia d'aprenentatge – ensenyament adequada”*. **L'Aprenentatge Basat en Problemes (PBL)** és un mètode que persegueix que els coneixements s'adquireixin al llarg de la resolució d'un problema i que prenguin sentit en el context de l'activitat que es realitza.

Aquest tipus d'aprenentatge es fonamenta en l'activitat de l'alumne, que analitza la situació, s'organitza, decideix sobre les accions i recursos, busca informació, treballa en equip i pren decisions. El PBL no és una recepta pautada de passes a seguir, sinó una forma d'ensenyar i aprendre on el docent guia, facilita i proposa. [18]

La proposta incorpora activitats que han de cobrir el Currículum Oficial de Tecnologia. Per això els projectes han d'incloure també la construcció d'estructures, mecanismes, circuits elèctrics, processos industrials... i utilitzar el procés tecnològic i el Pensament Computacional com a base. Com ja s'ha expressat diverses vegades, l'objectiu és aprendre amb la robòtica, no robòtica: els robots només són una eina d'aprenentatge.



Figura 11: Robot Lego

Elecció de l'eina:

Com que l'objectiu és arribar a tots els alumnes i no només a una elit, s'ha optat per descartar solucions que impliquen coneixements i habilitats que els alumnes no tenen ni necessiten, com per exemple soldar, utilitzar components electrònics o fer circuits complexes. En aquest cas petites errades poden provocar que el robot no funcioni i desviar-nos de l'objectiu real, limitant així el seu potencial pedagògic.

Per arribar a la major part dels alumnes, una opció viable és la utilització de robots Lego, perquè són fàcilment manipulables, tenen elements constructius coneguts pels alumnes i no necessiten elevades habilitats tècniques per fer-los servir.

Eines complementàries:

Per poder realitzar la programació dels robots cal un dispositiu adequat per al treball digital. Aquest dispositiu pot tractar-se d'un ordinador de sobretaula, o portàtil per limitar menys la mobilitat dels alumnes.

Les tauletes també poden ser una eina útil per escriure, fotografiar o enregistrar en vídeo, i enviar les tasques en acabar-les.

Un campus virtual tipus Moodle pot facilitar la combinació de classes presencials i invertides, modificant el concepte de feines realitzades a casa o "deures". Tot i que els alumnes no poden endur-se els robots a casa, poden documentar-se prèviament, acabar les tasques incompletes o reflexionar sobre les següents passes a seguir.

Organització del material:

Com que el preu del material és alt, cal trobar mètodes per poder compartir el màxim de material entre grups. Es tracta de compartir el material electrònic, que és més car i poder mantenir l'ús individualitzat dels components constructius. Cal que cada equip guardi separades les parts pròpies de les comuns, i que els alumnes realitzin els dissenys dels robots de forma que el muntatge a l'inici de la sessió i el desmuntatge al final sigui senzill i no ocupi massa temps.

Espai i dotació de l'aula:

Per poder desenvolupar les activitats relacionades amb la robòtica, les aules, tot i que no necessiten grans requeriments, han de disposar de taules grans i suficients connexions elèctriques per als dispositius. També han de ser flexibles per poder disposar als alumnes en diferents distribucions: mirar una projecció, treballar en equip. També han de permetre disposar d'un tauler d'activitats de fins 240x120cm. Els materials han de poder ser transportables de manera que l'aula es pugui transformar fàcilment de sessió en sessió.

Avaluació:

Amb la Robòtica Educativa desenvolupada per mitjà del PBL, les activitats de llegir, veure i escoltar es veuen reduïdes per potenciar **l'acció, la comprensió i la participació**. Així cada projecte s'ha de dividir, en primer lloc, en **activitats d'investigació i síntesi de la informació**, i en segon lloc, en **activitats de disseny, construcció i programació dels robots**. La major part de tasques es realitzaran en equip, i així s'avaluaran. Però l'activitat d'investigació, els primers esquemes i la síntesi del projecte es realitzaran de forma individual, i s'avaluaran individualment.

Una manera senzilla de tenir un objectiu clar i de motivar als alumnes podria ser inscriure's en algun concurs de robòtica. El problema és que la majoria de concursos no tenen relació amb el currículum i a més la limitació del nombre de participants implica la selecció d'un grup i descartar a la resta.

Però quan el projecte ho permet és interessant afegir activitats de competició per atraure l'atenció dels alumnes sense perdre contingut didàctic. El resultat d'aquestes proves no ha d'afectar la nota de l'alumne, que ve donada pel procés que ha seguit per arribar a uns mínims. D'aquesta manera la competitivitat es limita a una actitud de millora i no a buscar una recompensa.

8. PROPOSTA D'APLICACIÓ A L'AULA: MATERIAL PEL DOCENT

La proposta d'aplicació a l'aula es centrarà en generar el material del docent. Caldrà esmentar tot allò d'interès pel docent, com els objectius, la temporització, la metodologia, la relació amb altres matèries, l'atenció a la diversitat...

8.1. Definició de la proposta a nivell d'etapa:

La implementació de la robòtica al llarg de l'ESO es realitzarà com un procés d'increment de la complexitat de les activitats segons els objectius definits. Les més senzilles, que es limitaran a

fer moure el robot s'introdueixen a 1er d'ESO. A 2on les activitats consistiran en fer el robot més intel·ligent, mitjançant l'ús de sensors que el permeten interaccionar amb l'entorn, i finalment a 3er i 4art ja es procedirà a dissenyar un sistema més complex.

Metodologia:

Es tracta de desenvolupar unes activitats que es duran a terme per mitjà de la **robòtica educativa en grups de treball cooperatiu** heterogenis de màxim 4 alumnes, a través del **mètode del PBL**, de manera que la resolució dels problemes siguin els motors de l'aprenentatge. Les activitats es realitzaran de forma pràctica, sense fer exàmens teòrics i donant a l'alumnat informació clara sobre com ha de treballar i com se l'avaluarà.

Aquest mètode d'ensenyament – aprenentatge pretén un aprenentatge significatiu dels continguts i permet que cada alumne resolgui les tasques segons les seves capacitats, al seu ritme i seguint els seus propis criteris i interessos. El treball en grup és també un altre factor que equilibra les capacitats dels seus membres. Per aquest motiu, tal com s'ha assenyalat anteriorment, si no hi ha cap alumne que requereixi d'una atenció personalitzada amb adaptació curricular, no es creu necessari generar material complementari per atendre a la diversitat.

Amb una línia de treball basada en simulacions de fets reals desenvolupats en grups col·laboratius, la part individual es redueix únicament a part de la investigació que es realitzarà a casa i a la realització d'una síntesi personal de 120 paraules del procés que s'ha seguit per realitzar el projecte. Aquestes tasques s'adjuntaran a la memòria grupal que es lliurarà al moddle del centre.

Aquesta proposta vol aconseguir desenvolupar habilitats de comunicació, millorar la capacitat d'anàlisi, afavorir l'aprenentatge a partir de la pròpia experimentació i la deducció de conclusions amb l'objectiu de potenciar les seves habilitats pel que fa al Pensament Computacional.

Les classes expositives queden reduïdes a l'explicació per part del docent de les activitats, objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació.

Cada repte o activitat seguirà el següent procés:

- Proposta del repte
- Pluja d'idees
- Selecció de la millor solució
- Construcció i programació
- Prova i anàlisi
- Repàs i revisió
- Comunicació
- Avaluació

En començar el projecte, es facilitarà informació a l'alumnat sobre com es treballarà, com se l'avaluarà i quin és el calendari previst d'activitats.

Objectius generals curriculars de l'etapa dins de l'àmbit de la matèria de tecnologia:

Els objectius generals de la matèria Tecnologies de primer a tercer curs són els següents:

Al final de l'etapa els alumnes hauran de ser capaços de ...

1. Concebre la tecnologia com un conjunt de coneixements operatius de diferents àrees del coneixement destinats a cobrir determinades necessitats de les persones individualment o col·lectiva.
2. Relacionar la tecnologia amb els factors que caracteritzen el desenvolupament econòmic i social tot cercant propostes solidàries i sostenibles.
3. Analitzar materials, objectes i sistemes tècnics per comprendre el seu funcionament, conèixer els seus elements i les funcions que fan, aprendre la millor forma d'utilitzar-los i controlar-los i entendre les raons que condicionen el seu disseny i construcció.
4. Projectar i construir objectes i sistemes tècnics senzills tot aplicant, amb autonomia i creativitat, el procés tecnològic: seleccionar i elaborar la documentació pertinent,

dissenyar i construir objectes o sistemes que resolguin el problema plantejat i avaluar-ne la idoneïtat.

5. Expressar i comunicar idees i solucions tècniques, raonant la seva viabilitat, i utilitzant recursos gràfics i informàtics, la terminologia i la simbologia adients.
6. Treballar de forma autònoma, responsable i creativa en la presa de decisions, en l'execució de tasques i en la recerca de solucions, tot mostrant una actitud dialogant i de respecte en el treball en equip. Aplicar sempre la normalització i les mesures de seguretat.
7. Utilitzar els diferents recursos que ens ofereixen les TIC i Internet com a eines de treball habitual així com gestionar, de forma correcta i amb seguretat, la informació, els sistemes operatius i els programes informàtics adients per a la resolució d'un problema concret o per a la representació i disseny d'objectes o processos.
8. Utilitzar els serveis telemàtics adequats com a resposta a les necessitats relacionades amb la formació, l'oci, la inserció laboral, l'administració, la salut o el comerç, valorant fins a quin punt cobreixen les necessitats i si ho fan d'una forma apropiada i segura.
9. Valorar de forma crítica els avenços tecnològics, la seva influència en el medi ambient, la salut i el benestar individual i col·lectiu i la societat en general.

De la manera que s'està plantejant, en aquesta proposta d'introducció a l'aula del Pensament Computacional per mitjà de la robòtica educativa s'estan treballant gairebé tots els objectius generals d'etapa de la matèria de Tecnologia.

Els objectius del 3 al 7 es treballen per mitjà de la resolució dels problemes plantejats i dels processos que es deriven d'aquesta resolució, com poden ser per exemple la cerca d'informació, el desenvolupament de la memòria del repte, el treball en equip... Pel que fa als objectius 1,2 i 9, que són actitudinals, es treballen raonant sobre els problemes desenvolupats. I per últim, l'objectiu 8, que fa referència als serveis telemàtics es treballa des de les necessitats relacionades amb la formació.

Indicadors generals curriculars de l'etapa pel que fa al Pensament Computacional relacionats amb les competències de l'àmbit digital:

Al final de l'etapa els alumnes hauran de ser capaços de ...

- Resoldre i construir, de manera pautada, seqüències lògiques associades a la programació i al **pensament computacional**.
- Resoldre i construir, de manera autònoma, problemes senzills que comportin l'ús de seqüències lògiques associades a la programació i al **pensament computacional**.
- Resoldre i construir, de manera autònoma, problemes de complexitat diversa que comportin l'ús de seqüències lògiques associades a la programació i al **pensament computacional**.

Aquests indicadors s'introduiran progressivament al llarg de l'etapa: a primer caldrà resoldre i construir, seqüències lògiques. A segon caldrà poder resoldre i construir, ja de manera autònoma, problemes senzills que comportin l'ús de seqüències lògiques. I a tercer i a quart els problemes ja podran ser de més complexitat.

Objectius principals de la proposta:

- Desenvolupar les capacitats creatives.
- Desenvolupar les capacitats d'organització.
- Impulsar un aprenentatge basat en problemes mitjançant la recerca, l'exploració i la resolució de problemes reals, mostrant la utilitat pràctica d'allò treballat.
- Fer comprensibles les connexions entre diferents disciplines.
- Incorporar els aspectes de la programació i desenvolupar el Pensament Computacional en totes les seves fases: **Anàlisi, descomposició, patrons de reconeixement, abstracció, algorismes i avaluació**.
- Concebre l'aprenentatge on els alumnes siguin agents actius en el propi desenvolupament.
- Promoure la passió per la ciència, la tecnologia, l'enginyeria, les matemàtiques i l'art. (steam)
- Fomentar el treball en grup.
- Ser usuaris responsables, competents i segurs de si mateixos pel que fa a la informació i la comunicació tecnològica.

La major part dels objectius generals queden reflectits en les rúbriques, tant en la general del projecte, la de la memòria, la de l'exposició oral i la de l'autoavaluació.

Pautes per definir els objectius específics:

Per a què els projectes es puguin dur a terme amb èxit és imprescindible una formulació correcta dels objectius. Cal que siguin:

Específics: Han d'explicar concretament allò que es vol assolir.

Mesurables: Han de poder ser avaluables.

Assolibles: Han de tenir en compte els recursos dels que disposem.

Realistes: s'han de portar a terme en la realitat dins la qual treballem.

Temporitzats: Definir el termini en que s'han de realitzar.

Els objectius determinen allò que els alumnes han de ser capaços d'assolir i els classifiquem segons l'àmbit al qual fan referència en: [14]

Objectius conceptuals: Què sé? Fan referència als conceptes que s'han de saber. Són els objectius més fàcils d'avaluar. Segons la Taxonomia de Bloom, es poden ordenar segons el grau de complexitat. De més alt a més baix podem parlar per exemple de: avaluar, jutjar, concebre, interpretar i argumentar. En un segon nivell podem parlar de: resoldre, distingir i comparar. I per últim parlem d'enumerar, identificar i recordar. Se n'ha d'establir alguns d'irrenunciables, que són aquells que qualsevol alumne ha d'assolir per aprovar.

Objectius procedimentals: Com ho faig? Fan referència a la part pràctica, a les destreses i habilitats per a resoldre els problemes. Són objectius molt importants per l'avaluació, perquè ens mostren tot allò que cal saber dur a la pràctica. Per exemple podem parlar d'aquells que contenen el verb: construir, dissenyar, elaborar, organitzar, usar, observar...

Objectius actitudinals: Com em comporto i com actuo? Fan referència a la manera d'actuar i comportar-se, a les normes, valors actituds i sentiments. Aquests són els objectius més difícils de definir i també els més difícils d'avaluar. És refereixen a la convència entre els alumnes, al treball en equip, a la consciència de prendre part de la societat. Són els que orienten les nostres decisions i que contenen verbs com: valorar, comportar-se, respectar, sensibilitzar-se, actuar, relacionar-se, participar, tolerar, acceptar...

Continguts generals de l'etapa:

- Recerca d'informació relacionada amb el projecte des de diferents fonts.
- Realització del projecte científic a partir del repte proposat.
- Ús de l'ordinador com a element de programació i control.
- Disseny, construcció i programació de robots.
- Utilització de programes per a la creació, edició i presentació de la documentació elaborada.
- Utilització d'entorns virtuals d'aprenentatge.

Competències treballades:

Específiques treballades al llarg de tota l'etapa

- Competència tecnològica
- Competència en experimentació
- Competència en modelització i simulació
- Competència TIC

Transversals treballades al llarg de tota l'etapa

- Competència comunicativa
- Competència matemàtica
- Competència en el tractament de la informació i digital
- Competència d'aprendre a aprendre
- Competència d'autonomia i iniciativa personal
- Competència en el coneixement i interacció amb el món

Relació amb altres assignatures:

Matemàtiques i Llengua catalana (tots els cursos)
Física i química, Educació visual i plàstica (no tots els cursos o optatives)

Avaluació de l'alumnat:

Els mecanismes d'avaluació es centren en l'adquisició o desenvolupament de tot el ventall de competències. S'ha de fer de forma gradual en el temps, tenint present l'evolució constant de l'alumne i el procés d'aprenentatge. L'avaluació té en compte la diversitat i les capacitats de cada alumne.

S'avaluaran els objectius generals de l'etapa i els específics amb l'ajut de les rúbriques generals i les específiques que es troben dins l'apartat de cada curs.

Rúbrica d'avaluació memòria

	1	2	3	4	%
Extensió i format	No respon a cap pregunta	Respon a algunes de les preguntes sol·licitades	Respon a la majoria de preguntes sol·licitades	Respon a totes les preguntes sol·licitades	25%
Gramàtica i ortografia	Hi ha molts errors de gramàtica i ortografia i errors de puntuació i accents	Hi ha alguns errors de gramàtica i ortografia i errors de puntuació i accents	Gairebé no hi ha errors de gramàtica ni ortografia ni errors de puntuació i accents.	No hi ha errors de gramàtica ni ortografia ni errors de puntuació i accents.	25%
Organització de la informació	La informació està molt desorganitzada i mal explicada.	La informació no està gaire ben organitzada ni explicada.	La informació està ben organitzada i explicada.	La informació està molt ben organitzada i explicada.	25%
Conclusions	No s'exposa conclusió.	Les conclusions no estan relacionades amb els arguments exposats	S'exposen solucions relacionades amb els arguments exposats	S'exposen solucions estretament relacionades amb els arguments exposats	25%

Pautes pels estudiants per l'elaboració de la memòria:

La memòria haurà de constar dels següents punts:
<ul style="list-style-type: none">- Portada amb el títol i el nom grup i curs dels components- Índex- Proposta de treball i condicions generals- Búsqueda d'informació i bibliografia (individual)- Dissenys individuals (individual)- Disseny escollit- Planificació- Problemes sorgits i modificacions- Programació definitiva del robot- Vídeo del repte- Síntesi personal (individual)

Rúbrica d'avaluació exposició oral

	1	2	3	4	%
Contingut	Idees simplistes	Correcte d'idees però incomplet	S'ha cobert diferents temes	S'ha aprofundit en els temes	20%
Organització del contingut	Mal estructurat i difícil d'entendre	Seqüència correcta però continguts no interrelacionats	Seqüència correcta amb alguns continguts interrelacionats	Continguts interrelacionats que donen coherència al global de la presentació	20%
Comunicació	Poc clara i difícil de seguir	Clara i entenedora en general	Fluida i el públic segueix amb interès	To de veu apropiat i llenguatge precís. S'ha fet participar al públic.	20%
Materials suport	Pocs i no gaire encertats	Adequats però desaprofitats	Adequats i han ajudat a entendre els conceptes	Interessants, atractius i han ajudat a entendre els conceptes	20%
Treball de grup	No hi ha treball en grup	La presentació mostra certa planificació	Tots els membres mostren conèixer la presentació global	La presentació mostra planificació i treball en grup	20%

Rúbrica d'autoavaluació

Autoavaluació grup	1	2	3	4	Ponderació
T'has documentat i has buscat informació?					15%
Has dissenyat solucions?					15%
Has participat activament en el debat?					15%
Has treballat en la construcció del robot?					15%
Has treballat en la programació del robot?					15%
Has treballat en la realització de la memòria?					15%
Has treballat en la preparació de l'expo oral?					14%

Ponderació:

Activitats	Avaluació	Ponderació
Memòria	Rúbrica d'avaluació específica del projecte	30%
	Rúbrica d'avaluació memòria amb síntesi personal i proposta individual	30%
Exposició oral	Rúbrica d'avaluació exposició oral	20%
Autoavaluació grup	Rúbrica autoavaluació grup	20%

8.2. Definició de la proposta a nivell de curs:

1ER ESO

Objectius específics del projecte:

En acabar els projectes els alumnes hauran de ser capaços de...

Objectius conceptuals: Què sé?

- Formular preguntes i definir problemes mitjançant la manipulació, experimentació i observació dels diferents robots i programari.
- Analitzar i interpretar dades.
- Definir solucions.
- Justificar la estructura del programa realitzat.
- Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit.
- Analitzar els subsistemes d'un robot: actuadors.
- Resoldre problemes pràctics de l'entorn.
- Aplicar el vocabulari específic.

Objectius procedimentals: Com ho faig?

- Dissenyar i muntar robots amb tecnologia Lego.
- Programar els robots per realitzar els reptes proposats.
- Definir les seqüències d'ordres adequades per realitzar els reptes proposats.
- Programar els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.
- Utilitzar les expressions físiques i matemàtiques de conceptes com distàncies, girs, angles, velocitats i temps, aplicant-les a la programació del robot.
- Programar els robots utilitzant sensors d'ultrasons.

Objectius actitudinals: Com actuo i em comporto?

- Col·laborar en equip posant-se d'acord en les funcions de tots els membres de l'equip.
- Presa de decisions pròpies com a equip, considerant les opinions dels components del grup.
- Prendre consciència de la necessitat de la programació pel funcionament dels robots.

La intenció és que els alumnes siguin capaços d'assolir tots els objectius tant els específics del projecte, com els generals. L'avaluació es farà segons les rúbriques d'avaluació de la memòria, d'avaluació específica del projecte, de l'exposició oral i l'autoavaluació.

Metodologies específiques emprades:

- **Treball Cooperatiu** en grups heterogenis de treball de màxim 4 components
- **Mètode d'aprenentatge basat en la resolució de problemes (PBL)**
- **Padrins de robòtica:** Per resoldre el primer repte es proposa una activitat cooperativa entre cada grup d'alumnes de primer de l'ESO i un alumne de quart que els farà de padrí. El padrí pren el compromís de vetllar per l'aprenentatge del seu grup de fillols.

Els objectius principals són:

- Potenciar els aprenentatges tant per part dels padrins com dels fillols.
- Crear contextos significatius d'aprenentatge.
- Establir lligams afectius entre padrins i fillols al voltant de la robòtica.
- Generar una experiència positiva i plaent.
- L'acceptació de la diversitat.
- Potenciar la presa de compromisos i la responsabilitat.

Altres avantatges de l'ús de la metodologia:

- Alt grau de motivació de l'alumnat.
- Permet l'atenció a la diversitat.
- Millora la convivència en el centre.

Els aprenentatges sorgits de la relació entre els mateixos joves moltes vegades són més efectius que moltes intervencions de la persona adulta.

Aquest mètode que és igualment enriquidor pels alumnes més grans com pels més joves, té com objectiu reforçar i potenciar la robòtica i establir relacions d'ajuda i col·laboració entre alumnes d'edats diferents. A més, els alumnes més grans fixen els seus coneixements més profundament i aprenen a ser responsables i a organitzar-se.

Descripció:

L'activitat es dividirà en dos reptes o problemes a resoldre. Un primer introductori dels conceptes de muntatge i programació del moviment del robot, i un segon on els alumnes desenvoluparan tot allò que han après introduint la programació de sensors.

Amb el primer repte es treballen les distàncies, girs, angles, velocitats i els temps, així com el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.

Repte 1: Concurs de ball

Cada grup construirà un robot amb les úniques premises: tindrà tres motors, un a cada roda anterior i un altre al braç.

Amb l'ajuda del vostre padrí, programeu una coreografia per la cançó que escolliu entre tots els components del grup. A continuació realitzarem el concurs, i el ball que surti guanyador es carregarà a la resta de robots perquè realitzin una coreografia conjunta.

A Ballar!

En el segon repte s'introdueix l'ús del sensor d'ultrasònic com increment de la complexitat en la programació dels robots. Amb aquest sensor podem mesurar distàncies, però té unes limitacions a explorar: la distància màxima i mínima, el camp de visió, el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.

Repte 2: Robots a l'abisme

Entre tots decidirem la disposició de les taules de l'aula per realitzar un circuit per on els nostres robots puguin circular elevats de terra. El repte consisteix en que siguin capaços de recórrer tot el circuit sense caure.

Quin ho farà més ràpid?

Lliurament de les tasques

TASQUES	Es realitza a:	Tipus d'activitat:	Lliurament a:
Proposta individual i informació inicial cercada. S'ha d'afegir com a primer capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Síntesi personal, 120 paraules, del procés que s'ha seguit per realitzar el projecte. S'ha d'afegir com últim capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Memòria grupal	escola	de grup	Moddle

Temporització:

El projecte està previst que es realitzi en 14 hores, set per la realització del primer repte i set per la realització del segon.

Seqüència		Metodologia	Temps		Avaluació
Repte 1: Concurs de ball			casa	aula	
Sessió 1	Exposició del repte: objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació. Organització dels grups	Classe expositiva		10'	
	Busca d'informació i pluja d'idees Repartiment de tasques dins l'equip.	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	45'	50'	Lliurament individual de la informació cercada i proposta
Sessió 2	Posada en comú de la informació cercada i proposta individual Selecció de la millor solució	Aprentatge entre iguals: padrins de robòtica		60'	
Sessió 3	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 4	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 5	Realització de repte: concurs de ball i gravació en vídeo			60'	
Sessió 6	Realització de la memòria i edició vídeo. Lliurament de memòria al moddle amb valoració personal	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	60'	60'	Rúbrica de la memòria Rúbrica específica
	Exposició oral de la memòria			45'	Rúbrica exposició oral
	Autoavaluació grup	Individual		15'	Rúbrica autoavaluació
TEMPORITZACIÓ TOTAL			1h	7h	

Seqüència		Metodologia	Temps		Avaluació
Repte 2: Robots a l'abisme			casa	aula	
Sessió 1	Exposició del repte: objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació. Organització dels grups	Classe expositiva		10'	
	Definició del circuit	Activitat grup classe		20'	
	Busca d'informació i pluja d'idees Repartiment de tasques dins l'equip.	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	45'	30'	Lliurament individual de la informació cercada i proposta
Sessió 2	Posada en comú de la informació cercada i proposta individual Selecció de la millor solució			20	
	Construcció i programació del robot			40'	
Sessió 3	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 4	Construcció i programació del robot			60'	

Sessió 5	Realització de repte: cursa pel circuit elevat i gravació en vídeo			60'	
Sessió 6	Realització de la memòria i edició vídeo. Lliurament de memòria al moddle		60'	60'	Rúbrica de la memòria Rúbrica específica
Sessió 7	Exposició oral de la memòria			45'	Rúbrica exposició oral
	Autoavaluació grup	individual		15'	Rúbrica autoavaluació
TEMPORITZACIÓ TOTAL			1h	7h	

Avaluació:

Rúbrica d'avaluació específica del repte 1 + 2	1	2	3	4	100%
Formulen preguntes i defineixen problemes					11,1 %
Analitzen i interpreten dades					11,1 %
Defineixen solucions					11,1 %
Dissenyen i munten robots adequats als reptes proposats					11,1 %
Programen robots de responent als reptes proposats					11,1 %
Utilitzen expressions físiques i matemàtiques del nivell que els correspon de conceptes com distàncies, girs, velocitats, temps... aplicades a la programació del robot					11,1 %
Aplicar vocabulari específic					11,1 %
Resolen i construeixen, de manera pautada, seqüències lògiques associades a la programació i al pensament computacional.					11,2 %
Anàlisi de subsistemes: actuadors					11,1 %

2ON ESO

Objectius:

En acabar els projectes els alumnes hauran de ser capaços de...

Objectius conceptuals: Què sé?

- Formular preguntes i definir problemes mitjançant la manipulació, experimentació i observació dels diferents robots i programari.
- Analitzar i interpretar dades.
- Definir solucions.
- Justificar la estructura del programa realitzat.
- Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit.
- Analitzar els subsistemes d'un robot: actuadors i sensors.
- Resoldre problemes pràctics de l'entorn.
- Aplicar el vocabulari específic.

Objectius procedimentals: Com ho faig?

- Dissenyar i muntar robots amb tecnologia Lego.
- Programar robots per realitzar els reptes proposats.
- Definir les seqüències d'ordres adequades per realitzar els reptes proposats.
- Programar els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.

- Utilitzar les expressions físiques i matemàtiques de conceptes com distàncies, girs, angles, velocitats i temps, aplicant-les a la programació del robot.
- Programar els robots utilitzant sensors d'ultrasons i de color.
- Programar robots preveient la distància màxima i mínima del sensor i el camp de visió.

Objectius actitudinals: Com actuo i em comporto?

- Col·laborar en equip posant-se d'acord en les funcions de tots els membres de l'equip.
- Presa de decisions pròpies com a equip, considerant les opinions dels components del grup.
- Prendre consciència de la necessitat de la programació pel funcionament dels robots.

Metodologies emprades:

- **Treball Cooperatiu** en grups heterogenis de treball de màxim 4 components.
- **Mètode d'aprenentatge basat en la resolució de problemes (PBL).**

Descripció:

El projecte consisteix en l'assoliment d'uns reptes d'una dificultat superior al curs anterior, i que inclouran l'assoliment dels conceptes de muntatge i programació del moviment del robot, i de programació de sensors. Amb els sensors podem mesurar distàncies, però hi ha unes limitacions a explorar: la distància màxima i mínima, el camp de visió, el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.

L'activitat es dividirà en dos reptes, un primer introductori dels conceptes de muntatge i programació de sensors, i un segon on els alumnes desenvoluparan tot allò que han après... Hi haurà una activitat afegida d'investigació de les comunicacions, l'energia i els materials de construcció que es podrien utilitzar a Mart.

Exploració marciana:

Estem immersos en l'exploració espacial del planeta Mart. La Missió Curiosity, durant el 2012, tenia la missió de determinar si va existir algun cop vida al planeta, estudiar el clima, determinar la geologia i preparar-se per l'exploració humana del planeta.

Ara plantejarem la colonització del planeta, i intentarem programar alguns robots per iniciar-la. Ens caldrà traslladar els diferents mòduls bàsics de la base marciana, des dels punts d'aterratge a un punt concret del planeta.

Aquest mòduls seran:

Mòdul de comunicacions: Comunica la base marciana amb la base terrestre, els satèl·lits i els robots colonitzadors.

Investigar quina de les comunicacions amb fil i sense és la més adient en aquest planeta.

Mòdul d'energia: Investiga l'energia renovable necessària per proveir al conjunt de la base: solar, eòlica, geotèrmica...? Pots consulta exemples d'energies alternatives:

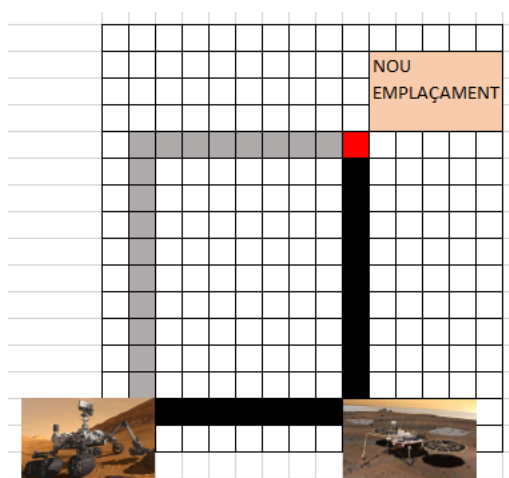
http://economia.elpais.com/economia/2016/11/14/actualidad/1479137364_697216.html

Investiga els materials que podrien utilitzar-se per construir-los.

Aquesta activitat es podria ampliar propoant als alumnes el disseny d'un prototip d'habitatge marcí. El disseny es podria realitzar amb sketchup o programa similar, i posteriorment se'n podria fer una impressió en 3D.

Repte: 1 Missió a Mart

Programeu el vehicle Rover per transportar el mòdul de comunicacions al seu emplaçament definitiu i tornar a la base. Realitzeu un vídeo i memòria.



Escala: cada quadrat són 10 cm

Repte 2: Campionat de sumo:

El repte consisteix en construir i programar robots perquè lluitin sumo. Cada grup dissenyarà el seu propi lluitador, a nivell d'estructura, d'actuadors, de sensors i de programació per tal que tregui al seu contrincant de l'espai limitat per lluitar.

El camp, que mesura aproximadament 1m x 2m, és de forma ovalada i està delimitat per una línia negra.

El combat començarà quan els robots sentin un xiulet!

(Ep, tingueu present que cambé caldrà un sensor de so!)

Lliurament de les tasques

TASQUES	Es realitza a:	Tipus d'activitat:	Lliurament a:
Proposta individual i informació inicial cercada. S'ha d'afegir com a primer capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Síntesi personal, 120 paraules, del procés que s'ha seguit per realitzar el projecte. S'ha d'afegir com últim capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Memòria grupal. En el cas de repte 1 s'haurà d'incloure també: - Investigació de les comunicacions amb fil i sense més adients a Mart. - Investigació de l'energia renovable adequada per proveir al conjunt de la base: solar, eòlica, geotèrmica...? - Investigació dels materials de construcció òptims per realitzar colonització	escola	de grup	Moddle

Temporització:

El projecte està previst que es realitzi en 14 hores, set per la realització del primer repte, que inclou l'estudi de les comunicacions i l'energia a Mart, i set per la realització del segon.

Seqüència Repte 1: Missió de transport del mòdul de comunicacions		Metodologia	Temps		Avaluació
			casa	aula	
Sessió 1	Exposició del repte: objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació. Organització dels grups	Classe expositiva		10'	
			20'		
	Busca d'informació i pluja d'idees Repartiment de tasques dins l'equip.	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	60'	30'	Lliurament individual de la informació cercada i proposta
Sessió 2	Posada en comú de la informació cercada i proposta individual Selecció de la millor solució			20'	
	Construcció i programació del robot			40'	
Sessió 3	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 4	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 5	Realització de repte: transport del mòdul de comunicacions i gravació en vídeo			60'	
Sessió 6	Realització de la memòria i edició vídeo. Lliurament de memòria al moddle		60'	60'	Rúbrica de la memòria
					Rúbrica general
					Rúbrica específica
Sessió 7	Exposició oral de la memòria			45'	Rúbrica exposició oral
	Autoavaluació grup	individual		15'	Rúbrica autoavaluació
TEMPORITZACIÓ TOTAL			2h	7h	

Seqüència Repte 2: Combat de Sumo		Metodologia	Temps		Avaluació
			casa	aula	
Sessió 1	Exposició del repte: objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació. Organització dels grups	Classe expositiva		10'	
	Busca d'informació i pluja d'idees Repartiment de tasques dins l'equip.	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	45'	50'	Lliurament individual de la informació cercada i proposta
Sessió 2	Posada en comú de la informació cercada i proposta individual Selecció de la millor solució			60'	
Sessió 3	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 4	Construcció i programació del robot			60'	

Sessió 5	Realització de repte: Combat de Sumo i gravació en vídeo.			40'	
	Posada en comú de les solucions de programació de cada grup.			20'	
Sessió 6	Realització de la memòria i edició vídeo. Lliurament de memòria al moddle		60'	60'	Rúbrica de la memòria
					Rúbrica general
					Rúbrica específica
					Rúbrica exposició oral
Sessió 7	Exposició oral de la memòria			45'	Rúbrica exposició oral
	Autoavaluació grup	individual		15'	Rúbrica autoavaluació
TEMPORITZACIÓ TOTAL			1h45	7h	

Avaluació:

Rúbrica d'avaluació específica del repte 1 + 2	1	2	3	4	100%
Formulen preguntes i defineixen problemes					10 %
Analitzen i interpreten dades					10 %
Defineixen solucions					10 %
Dissenyen i munten robots adequats als reptes proposats					10 %
Programen robots de responent als reptes proposats					10 %
Utilitzen expressions físiques i matemàtiques del nivell que els correspon de conceptes com distàncies, girs, velocitats, temps... aplicades a la programació del robot					10 %
Aplicar vocabulari específic					10 %
Resolen i construeixen, de manera autònoma, problemes senzills que comportin l'ús de seqüències lògiques associades a la programació i al pensament computacional.					10 %
Anàlisi de subsistemes: actuadors i sensors					10 %
Programen els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.					10 %

3ER ESO

Objectius específics:

En acabar el projecte els alumnes hauran de ser capaços de...

Objectius conceptuals: Què sé?

- Formular preguntes i definir problemes mitjançant la manipulació, experimentació i observació dels diferents robots i programari.
- Analitzar i interpretar dades.
- Definir solucions.
- Justificar l'estructura del programa realitzat.
- Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit.
- Anàlisi de subsistemes: actuadors, sensors i dispositius de comandament.

- Aplicar vocabulari específic.
- Resolució de problemes pràctics de l'entorn.
- Dissenyar sistemes automàtics i robots i programar-los per l'aplicació a sistemes tècnics quotidians.
- Distingir els engranatges i les seves funcions de transmissió i transformació del moviment

Objectius procedimentals: Com ho faig?

- Dissenyar i muntar robots amb tecnologia Lego.
- Programar robots per realitzar els reptes proposats.
- Definir les seqüències d'ordres adequades per realitzar els reptes proposats.
- Programar els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.
- Utilitzar les expressions físiques i matemàtiques de conceptes com distàncies, girs, angles, velocitats i temps, aplicant-les a la programació del robot.
- Programar els robots utilitzant tot tipus de sensors.
- Programar robots preveient limitacions dels sensors.
- Aplicar els engranatges per transmetre i transformar el moviment en els robots.

Objectius actitudinals: Com actuo i em comporto?

- Col·laborar en equip posant-se d'acord en les funcions de tots els membres de l'equip.
- Presa de decisions pròpies com a equip, considerant les opinions dels components del grup.
- Valorar la importància de la robòtica en la societat actual.

Metodologies emprades:

- **Treball Cooperatiu** en grups heterogenis de treball de màxim 4 components.
- **Mètode d'aprenentatge basat en la resolució de problemes (PBL).**

Descripció:

Les sessions estaran destinades a l'assoliment d'un repte d'una dificultat superior al curs anterior, que inclourà l'assoliment dels conceptes de muntatge i programació del moviment del robot i de programació de sensors. L'activitat vol introduir l'alumne al disseny de sistemes robòtics.

Amb aquest repte es treballen els robots com a sistemes organitzats de forma tal que responen amb una acció intel·ligent als estímuls que és capaç de percebre. Els alumnes consideraran els subsistemes que componen els robots:

- El sensorial, compost per sensors que recullen informació del propi estat del robot i del seu entorn.
- El d'accionament, compost pels elements actuadors (motors), que permeten dur a terme les accions programades.
- La unitat de control, formada pels elements computacionals i el software que regulen el comportament global del robot.

Repte: Estació de reciclatge:

L'Ajuntament necessita una nova central de reciclatge a Barcelona, perquè les que tenim en aquest moment són insuficients pel volum d'envasos que genera la ciutat.

El repte consisteix en construir i programar una estació de reciclatge perquè seleccioni els diferents envasos: verds pels de vidre i grocs per la resta. En funció del color de cada envàs, l'estació el dipositarà en el contenidor adequat pel seu posterior reciclatge

Cada grup dissenyarà la seva pròpia estació a nivell d'estratègia, d'estructura, d'actuadors, de sensors i de programació.

Ara bé, necessitem eficàcia!
Quants envasos podrà seleccionar cada estació en un minut?

Lliurament de les tasques

TASQUES	Es realitza a:	Tipus d'activitat:	Lliurament a:
Proposta individual i informació inicial cercada. S'ha d'afegir com a primer capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Síntesi personal, 120 paraules, del procés que s'ha seguit per realitzar el projecte. S'ha d'afegir com últim capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Memòria grupal	escola	de grup	Moddle

Temporització:

El projecte està previst que es realitzi en 14 hores.

Seqüència		Metodologia	Temps		Avaluació
Repte 2: Escapar de l'aula			casa	aula	
Sessió 1	Exposició del repte: objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació. Organització dels grups	Classe expositiva		10'	
	Busca d'informació i pluja d'idees Repartiment de tasques dins l'equip.	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	60'	50'	Lliurament individual de la informació cercada i proposta
Sessió 2	Posada en comú de la informació cercada i proposta individual Selecció de la millor solució			60'	
Sessió 3	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 4	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 5	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 6	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 7	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 8	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 9	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 10	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 11	Construcció i programació de l'estació de reciclatge.			60'	
Sessió 12	Realització de repte: Inauguració de l'estació			40'	

	Posada en comú de les solucions de programació de cada grup.			20'	
Sessió 13	Realització de la memòria i edició vídeo. Lliurament de memòria al moddle		120'	60'	Rúbrica de la memòria
					Rúbrica general
					Rúbrica específica
Sessió 14	Exposició oral de la memòria			45'	Rúbrica exposició oral
	Autoavaluació grup	individual		15'	Rúbrica autoavaluació
TEMPORITZACIÓ TOTAL			3h	14h	

Avaluació:

Rúbrica d'avaluació específica del repte 1 + 2	1	2	3	4	100%
Formulen preguntes i defineixen problemes					8,3 %
Analitzen i interpreten dades					8,3 %
Defineixen solucions					8,3 %
Dissenyen i munten robots adequats als reptes proposats					8,3 %
Programen robots de responent als reptes proposats					8,3 %
Utilitzen expressions físiques i matemàtiques del nivell que els correspon de conceptes com distàncies, girs, velocitats, temps... aplicades a la programació del robot					8,3 %
Aplicar vocabulari específic					8,3 %
Resolen i construeixen, de manera autònoma, problemes de complexitat diversa que comportin l'ús de seqüències lògiques associades a la programació i al pensament computacional.					8,3 %
Anàlisi de subsistemes: actuadors, sensors i dispositius de comandament.					8,3 %
Programen els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.					8,3 %
Dissenyar sistemes automàtics i robots i programar-los per l'aplicació a sistemes tècnics quotidians.					8,3 %
Distingir els engranatges i les seves funcions de transmissió i transformació del moviment					8,7 %

4ART ESO

Objectius:

En acabar el projecte els alumnes hauran de ser capaços de...

Objectius conceptuals: Què sé?

- Formular preguntes i definir problemes mitjançant la manipulació, experimentació i observació dels diferents robots i programari.
- Analitzar i interpretar dades.
- Definir solucions.
- Justificar la estructura del programa realitzat.
- Explicar les experiències adquirides a través d'un informe escrit.
- Anàlisi de subsistemes: actuadors, sensors i dispositius de comandament.

- Aplicar vocabulari específic.
- Resolució de problemes pràctics de l'entorn.
- Dissenyar sistemes automàtics i robots i programar-los per l'aplicació a sistemes tècnics quotidians.

Objectius procedimentals: Com ho faig?

- Dissenyar i muntar robots amb tecnologia Lego.
- Programar robots per realitzar els reptes proposats.
- Definir les seqüències d'ordres adequades per realitzar els reptes proposats.
- Programar els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.
- Utilitzar les expressions físiques i matemàtiques de conceptes com distàncies, girs, angles, velocitats i temps, aplicant-les a la programació del robot.
- Programar els robots utilitzant tot tipus de sensors.
- Programar robots preveient limitacions dels sensors.

Objectius actitudinals: Com actuo i em comporto?

- Col·laborar en equip posant-se d'acord en les funcions de tots els membres de l'equip.
- Presa de decisions pròpies com a equip, considerant les opinions dels components del grup.
- Valorar la importància de la robòtica en la societat actual.

Metodologies específiques emprades:

- **Treball Cooperatiu** en grups heterogenis de treball de màxim 4 components
- **Mètode d'aprenentatge basat en la resolució de problemes (PBL)**
- **Padrins de robòtica:** Per resoldre el primer repte es proposa una activitat cooperativa entre cada grup d'alumnes de primer de l'ESO i un alumne de quart que els farà de padrí. El padrí pren el compromís de vetllar per l'aprenentatge del seu grup de fillols.

Els objectius principals són:

- Potenciar els aprenentatges tant per part dels padrins com dels fillols.
- Crear contextos significatius d'aprenentatge.
- Establir lligams afectius entre padrins i fillols al voltant de la robòtica.
- Generar una experiència positiva i plaent.
- L'acceptació de la diversitat.
- Potenciar la presa de compromisos i la responsabilitat.

Altres avantatges de l'ús de la metodologia:

- Alt grau de motivació de l'alumnat.
- Permet l'atenció a la diversitat.
- Millora la convivència en el centre.

Els aprenentatges sorgits de la relació entre els mateixos joves moltes vegades són més efectius que moltes intervencions de la persona adulta.

Aquest mètode que és igualment enriquidor pels alumnes més grans com pels més joves, té com objectiu reforçar i potenciar la robòtica i establir relacions d'ajuda i col·laboració entre alumnes d'edats diferents. A més, els alumnes més grans fixen els seus coneixements més profundament i aprenen a ser responsables i a organitzar-se.

Descripció:

Les primeres cinc sessions estaran destinades al padrinatge de grups d'alumnes de 1er d'ESO.

La resta de sessions estaran destinades a l'assoliment d'un repte d'una dificultat superior al curs anterior, que inclourà l'assoliment dels conceptes de muntatge i programació del moviment del robot i de programació de sensors. L'activitat vol refermar l'alumne en el disseny de sistemes robòtics.

De la mateixa manera que a tercer curs, amb aquest repte es treballen els robots com a sistemes organitzats de forma tal que responen amb una acció intel·ligent als estímuls que és capaç de percebre. Els alumnes consideraran els subsistemes que componen els robots:

- El sensorial, compost per sensors que recullen informació del propi estat del robot i del seu entorn.
- El d'accionament, compost pels elements actuadors (motors), que permeten dur a terme les accions programades.
- La unitat de control, formada pels elements computacionals i el software que regulen el comportament global del robot.

Repte: Escapar de l'aula:

El repte consisteix en construir i programar robots perquè surtin de l'aula per la porta, que estarà oberta. Cada grup dissenyarà el seu propi "escapista" o estratègia, a nivell d'estructura, d'actuadors, de sensors i de programació.

Els robots concursaran de 2 en dos, i es cronometrarà el temps que necessiten per trobar la sortida.

Quin serà el més ràpid?

(El temps màxim és 3')

Lliurament de les tasques

TASQUES	Es realitza a:	Tipus d'activitat:	Lliurament a:
Proposta individual i informació inicial cercada. S'ha d'afegir com a primer capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Síntesi personal, 120 paraules, del procés que s'ha seguit per realitzar el projecte. S'ha d'afegir com últim capítol de la memòria	casa	individual	Moddle: com a part de la memòria grupal
Memòria grupal	escola	de grup	Moddle

Temporització de l'activitat:

L'activitat està prevista que es realitzi en 14 hores. Quatre estaran destinades al padrinatge d'alumnes de 1er d'ESO i deu a la realització del repte.

Seqüència		Metodologia	Temps		Avaluació
Repte 2: Escapar de l'aula			casa	aula	
Sessió 1	Preparació accions de padrinatge			60'	
Sessió 2	Padrins d'alumnes de 1er	Activitat cooperativa Aprentatge entre iguals		60'	
Sessió 3	Padrins d'alumnes de 1er			60'	
Sessió 4	Padrins d'alumnes de 1er			60'	
Sessió 5	Padrins d'alumnes de 1er			60'	

Sessió 6	Exposició del repte: objectius, metodologies, temporització i criteris d'avaluació. Organització dels grups	Classe expositiva		10'	
	Busca d'informació i pluja d'idees Repartiment de tasques dins l'equip.	Activitat cooperativa Grups heterogenis 4 alumnes	60'	50'	Lliurament individual de la informació cercada i proposta
Sessió 7	Posada en comú de la informació cercada i proposta individual Selecció de la millor solució			60'	
Sessió 8	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 9	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 10	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 11	Construcció i programació del robot			60'	
Sessió 12	Realització de repte: Escapar de l'aula.			40'	
	Posada en comú de les solucions de programació de cada grup.			20'	
Sessió 13	Realització de la memòria i edició vídeo. Lliurament de memòria al moddle		120'	60'	Rúbrica de la memòria
					Rúbrica general
					Rúbrica específica
Sessió 14	Exposició oral de la memòria			45'	Rúbrica exposició oral
	Autoavaluació grup	individual		15'	Rúbrica autoavaluació
TEMPORITZACIÓ TOTAL			3h	14h	

Avaluació de l'activitat:

Rúbrica d'avaluació específica del repte 1	1	2	3	4	100%
Formulen preguntes i defineixen problemes					8,3 %
Analitzen i interpreten dades					8,3 %
Defineixen solucions					8,3 %
Dissenyen i munten robots adequats als reptes proposats					8,3 %
Programen robots de responent als reptes proposats					8,3 %
Utilitzen expressions físiques i matemàtiques del nivell que els correspon de conceptes com distàncies, girs, velocitats, temps... aplicades a la programació del robot					8,3 %
Aplicar vocabulari específic					8,3 %
Resolen i construeixen, de manera autònoma, problemes de complexitat diversa que comportin l'ús de seqüències					8,3 %

lògiques associades a la programació i al pensament computacional.					
Anàlisi de subsistemes: actuadors, sensors i dispositius de comandament.					8,3 %
Programen els robots preveient el temps de resposta i la fiabilitat de la mesura.					8,3 %
Dissenyar sistemes automàtics i robots i programar-los per l'aplicació a sistemes tècnics quotidians.					8,3 %
Distingir els engranatges i les seves funcions de transmissió i transformació del moviment					8,7 %

Avaluació del mètode de treball:

I per últim, per valorar de la proposta de treball per part dels propis docents es proposen els següents punts a avaluar:

Rúbrica per l'avaluació del treball per projectes	1	2	3	4	%
S'han de proposar activitats inicials per ajudar als alumnes a formular bones preguntes?					10%
Els objectius d'aprenentatge s'han compartit amb els alumnes ?					10%
Les metodologies han permès que els alumnes tinguessin un rol actiu i autònom?					10%
Les activitats han estat útils als alumnes per reflexionar?					10%
La documentació aportada és suficient per portar a terme el projecte per una persona aliena?					10%
S'ha avaluat l'aprenentatge i el treball en grup?					10%
S'incorporen suggeriments per la millora?					10%
Les evidències d'aprenentatge s'han portat a terme per mitjà de reflexions per part de l'alumne per justificar allò que ha après?					10%
El grau de satisfacció per part del professorat ha estat					20%

9. CONCLUSIONS

Com a resposta del **primer objectiu** del treball s'analitza l'origen i l'evolució del terme Pensament Computacional i se n'obté una definició consensuada.

El Pensament Computacional és un terme que va desenvolupar Jannette Wing a partir de l'any 2006 i que té l'origen en les idees de Seymour Papert. Es considera que serà una habilitat fonamental per tothom a mitjans del segle XXI, com ara ho és l'aritmètica o l'escriptura.

El Pensament Computacional ens ajuda a resoldre problemes. Ens permet agafar un problema complex, entendre'l i desenvolupar-ne possibles solucions. Podem considerar que se sustenta en 4 tècniques d'importància equivalent:

- **Descomposició:** Reduir un problema complex o sistema en parts més petites i manejables.
- **Patrons de reconeixement:** Buscar similituds entre i a l'interior dels problemes.
- **Abstracció:** Focalitzar la informació important, ignorant els detalls irrelevants.
- **Algoritmes:** Desenvolupar solucions pas a pas del problema, o regles a seguir per resoldre'l.

El procés s'inicia amb una predicció i anàlisi **lògica** i finalitza amb una **avaluació** de les solucions obtingudes, reiniciant-lo si les solucions no són les adequades.

El Pensament Computacional es considera una habilitat essencial per qualsevol persona. Aquesta afirmació es pot realitzar segons dos vessants:

- Des del mercat laboral: ja que a partir de l'any 2020 es preveu que hi haurà vacants en el camp de la informàtica i de les comunicacions, i en la major part de feines serà necessari tenir una bona competència digital.
- Des del sector de la societat format per docents i investigadors: ja que es considera una habilitat fonamental per portar una vida plena a la societat digital en la que vivim.

Pel que fa al **segon objectiu**, els organismes internacionals que treballen en l'àmbit de l'educació tenen dues visions complementàries sobre la implementació del Pensament Computacional en els currículums dels països. La UNESCO, que treballa a nivell global, tot i considerar-lo una eina important, prioritza l'alfabetització mediàtica i informacional (AMI) per tots els habitants del planeta.

La Comissió Europea, des del 2017, recomana la inclusió del Pensament Computacional en els currículums dels seus països membres. Per una banda per fomentar l'ocupació i per l'altra com a eina essencial pels ciutadans del SXXI. En aquest moment la Comissió està portant a terme projectes de recerca per comprendre'n millor tots els aspectes i així tenir més eines per orientar la seva implementació.

Tot i que a USA ja fa uns anys que es debat, a Europa és un concepte molt nou, i encara no hi ha línies d'actuació establertes ni recomanacions concretes alhora d'incloure el Pensament Computacional en els sistemes educatius.

El **tercer objectiu** consisteix en comparar Anglaterra, Finlàndia i Catalunya pel que fa a la implementació del Pensament Computacional en els respectius currículums de secundària.

A **Anglaterra** es proporciona una educació en computació d'alta qualitat que permet usar el Pensament Computacional i la creativitat per entendre i canviar el món. La computació, a més, assegura que els alumnes esdevinguin alfabetitzats digitalment i tinguin un nivell idoni per els futurs llocs de treball, com a participants actius en un món digital.

El Pensament Computacional és una competència dins la matèria de computació que ajuda a la comprensió de les matemàtiques, la ciència i tecnologia. La franja d'edat en que es desenvolupa la secundària va dels 11 als 16 anys i la computació hi és present a tots els cursos.

A **Finlàndia** el currículum posa un especial èmfasi en la importància de les competències transversals. Està dividit en Àrees de Competència, com poden ser les TIC i les Matemàtiques. Les competències transversals de programació i el Pensament Computacional estan inclosos en aquestes Àrees de Competència. La programació està molt consolidada, ja que fa més de 10 anys que està inclosa en el currículum

Dins el currículum finlandès actual, la programació és un mitjà per desenvolupar el Pensament Computacional, però també per fomentar l'expressió creativa, incrementar la motivació en general i l'interès en les STEM. És també un mitjà per desenvolupar les habilitats en la resolució de problemes i les habilitats del pensament lògic.

La franja d'edat en que es desenvolupa la secundària és dels 12 als 16 anys i la programació hi és present en tots els cursos com a part de l'àrea de competències matemàtiques i de les TIC. Com que la programació és una competència de caire transversal, no hi ha un nombre concret d'hores destinades, de manera que la dedicació horària depèn del currículum local de cada municipi o del propi centre.

A **Catalunya** el currículum només esmenta el Pensament Computacional de forma tímida a les competències de l'àmbit digital. El currículum presenta les competències digitals com a transversals i instrumentals, de manera que estan vinculades a totes les matèries. També presenta la robòtica didàctica com una proposta de mitjà de desenvolupament del Pensament Computacional.

Com a resum es pot dir que el Pensament Computacional com a competència clau a adquirir és fonamental a Anglaterra, és important a Finlàndia i podríem dir que a Catalunya solament hi és present i no es concreta la seva implementació.

Com a **darrer objectiu**, i segons les mancances detectades en el nostre currículum es proposa la introducció de la robòtica educativa a l'assignatura de Tecnologia al llarg de tota l'ESO com a mitjà concret pel desenvolupament del Pensament Computacional. Tal com s'ha indicat anteriorment, el currículum català fa només esment al Pensament Computacional en les competències de l'àmbit digital i sense incidir-hi massa. Sí que defineix però, l'ús de la robòtica com a un mitjà per desenvolupar-lo.

La programació està present actualment en els tres darrers cursos del currículum de Tecnologia, i a quart curs, es treballen els sistemes automàtics, els robots i la seva programació. De mitjana s'estan dedicant **14 hores anuals**, d'un total d'unes 100 que disposa l'assignatura, a continguts relacionats amb la programació.

El present treball proposa un canvi de la metodologia d'ensenyament – aprenentatge que habitualment s'està fent servir per treballar els continguts relacionats amb la programació i fer-ho per mitjà de la **robòtica educativa**.

S'opta per la robòtica educativa perquè permet una integració fàcil dels coneixements de forma transversal i facilita els processos d'aprenentatge significatiu. La robòtica educativa es basa en la construcció d'un robot i en la seva programació per mitjà d'un software elemental que permet que aquest realitzi tasques senzilles. La tria d'aquest recurs fomenta i permet:

- L'aprenentatge mitjançant recerca, exploració i resolució de problemes reals, desenvolupant les habilitats del Pensament Computacional.
- La comprensió de les connexions entre diferents disciplines.
- La connexió a nivell de continguts i competències de les activitats amb el món real.
- El treball cooperatiu.
- Que el procés d'ensenyament – aprenentatge es pugui donar a diferents nivells.
- El rol del professor com a guia i que els alumnes siguin protagonistes del seu propi aprenentatge.

Com a eina concreta per tal d'incidir positivament al màxim nombre d'alumnes s'ha triat els robots Lego, perquè són fàcilment manipulables, els element constructius són coneguts i no requereixen d'habilitats tècniques especials. A més disposen d'un software molt senzill que es programa per mitjà de blocs.

Es proposa una implementació de la robòtica educativa per mitjà de **l'aprenentatge basat en problemes (PBL)** i de **l'aprenentatge cooperatiu** amb el treball per grups. A cada curs, s'anirà augmentant la complexitat dels problemes plantejats, i per la seva resolució, caldrà dissenyar i construir robots més intel·ligents, i amb major interacció amb l'entorn.

El present treball fa una proposta d'introducció de la robòtica, i al seu torn del **Pensament Computacional**, a través d'un projecte a cada curs de l'ESO. Però aquests projectes tant sols tenen vocació exemple, i la intenció és que serveixin com a base per tal d'ampliar el nombre d'hores destinades a la robòtica, fins a ocupar la major part de les 100 hores anuals que de mitjana disposa cada curs de l'assignatura de tecnologia, tal com ja estan realitzant alguns centres del nostre país.

REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

- [01] Papert, S., 1980. *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc., New York, p. 5-6. ISBN 0-465-04627-4.
- [02] Wing, J., 2006. *Computational thinking*. Communications of the ACM. Vol. 49, Núm. 3, p. 33-35. DOI 10.1145/1118178.1118215.
- [03] Wing, J., 17 November 2010 *Computational Thinking: What and Why?* The Link, the magazine of Carnegie Mellon University's school of computer science.
- [04] International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA), 2011. *Operational Definition of Computational Thinking for k-12 Education*.
- [05] Computer Science Teachers Association (ACM), The Association for Computing Machinery, Inc (CSTA). 2016. *Interim. CSTA K-12 Computer Science Standards*. p. 6. CSTA/ACM. ISBN: # 978-1-4503-4762-4.
- [06] World Economic Forum, 2016. *Global Challenge Insight Reports. The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.
- [07] Wing, J., 4 March 2011 *Computational Thinking*. Our CS Workshop. Carnegie Mellon University.
- [08] Alton, G., Carolyn, W., Chi-Kim, C., 2011. *Alfabetización Mediática e Informacional. Currículum para profesores*. p. 22. UNESCO. ISBN: 978-959-18-0787- 8.
- [09] Diario Oficial de la Unión Europea, 18 diciembre 2006 *Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo. Anexo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente*. 2006/962/CE. p. 4.
- [10] Aprenentatges i competències per l'Era Digital. European Commission. EU Science Hub. The European Commission's science and knowledge service.
<https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/learning-and-skills>
- [11] European Schoolnet, 2015. *Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe*.
http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=521cb928-6ec4-4a86-b522-9d8fd5cf60ce&groupId=43887
- [12] International Society for Technology in Education (ISTE) and the Computer Science Teachers Association (CSTA). 2011. *Computational Thinking. Leadership Toolkit*.

Vídeo ISTE. *Computational thinking: A digital age skill for everyone*.
<https://youtu.be/VFcUgSYyRPg>
- [13] Gov.UK., 2013. *The National Curriculum. Key stage 3 and 4*.
<https://www.gov.uk/national-curriculum/key-stage-3-and-4>
- [14] Gov.UK. Departament for Education, 2013. *Statutory guidance. National currículum in England:computin programmes of study*.
<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239067/SEC ONDARY_national_curriculum_-_Computing.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239067/SEC_ONDARY_national_curriculum_-_Computing.pdf)
- [15] Kangas, V., Partanen A., 2017. *Promoting teachers' professional development in mathematics education in Finland: examples of recent trends*.
http://sites.nationalacademies.org/cs/groups/pgasite/documents/webpage/pga_174411.pdf

- [16] Izquierdo, M., Caamaño, A., Sarramona, J., 2016. *Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic. Identificació i desplegament a l'educació secundària obligatòria*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- [17] Marquès, P., Sarramona, J., 2017. *Competències bàsiques de l'àmbit digital. Identificació i desplegament a l'educació secundària obligatòria*. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament.
- [18] Almajaro, P., Domingo J., Hernández T., *Apunts de l'assignatura d'aprenentatge i ensenyament de la tecnologia a secundària*. Màster universitari en formació del professorat. Mòdul específic. Especialitat en Tecnologia.
- [19] Schank R., Berman T., Macpherson k., 1999. *Learning by doing*. Institute for the Learning sciences at Northwestern University. p. 163. Roudledge, N.Y. ISBN 978-0-8058-2859-7
- [20] Ainscow M., 2005. *Developing inclusive education systems: what are the levers for change?* Journal of Educational Change, núm. 6.
- [21] Gardner, H., 2008. *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós. ISBN 978-607-7626-00-8.
- [22] Vázquez Cano, E., 2012. *Simulación robótica con herramientas 2.0 para el desarrollo de competencias básicas en ESO. Un estudio de casos*. Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, núm.13.
- [23] World Economic Forum, 2016. Global Challenge Insight Reports. The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution.

ÍNDIX DE FIGURES

- [01] Pilars del Pensament Computacional
- [02] Conceptes i eines del pensador computacional.
European Schoolnet, 2015. *Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe*.
- [03] Ecologia de les AMI.
Alton, G., Carolyn, W., Chi-Kim, C., UNESCO, 2011. *Alfabetización Mediática e Informacional. Currículum para profesores*. ISBN 978-959-18-0787- 8
- [04] Aprenentatges i competències per l'Era Digital.
European Commission. EU. Science Hub. *The European Commission's science and knowledge service*.
<https://ec.europa.eu/jrc/en/research-topic/learning-and-skills>
- [05] Ocupació prevista entre 2015-2020 (en milers).
World Economic Forum, 2016. *Global Challenge Insight Reports. The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.
<http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/shareable-infographics/>
- [06] Previsió evolució famílies professionals el 2025.
World Economic Forum, 2016. *Global Challenge Insight Reports. The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*.
<http://reports.weforum.org/future-of-jobs-2016/shareable-infographics/>
- [07] Equivalència currículum Anglès i Espanyol.
British Council School.
<https://www.britishcouncilschool.es/programa-educativo/sistema-educativo-ingles>

- [08] Equivalència currículum Finlandès i Espanyol.
Ministry of Education and Culture, 2016. *Educación en Finlandia*.
http://www.oph.fi/download/151278_education_in_finland_spanish_2013.pdf
- [09] Continguts del currículum de tecnologia de l'ESO.
Izquierdo, M., Caamaño, A., Sarramona, J., 2016. *Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic. Identificació i desplegament a l'educació secundària obligatòria*.
Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya.
<http://xtec.gencat.cat/ca/curriculum/eso/curriculum/>
- [10] Quadre comparatiu de la implementació dels estudis de computació a Anglaterra, Finlàndia, Espanya i Catalunya.
European Schoolnet, 2015. *Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe*.
http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=521cb928-6ec4-4a86-b522-9d8fd5cf60ce&groupId=43887
- [11] Robot Lego Mindstorms.
Luders, D., 2015. *Flying fish EV3 robot*.
<https://www.flickr.com/photos/42988571@N08/16672169445/in/album-72157651019400086/>